Archive of SID

DOI: 10.22100/jkh.v12i3.1777

مجله دانش و تندرستی، دوره ۱۲، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شاهرود

مقاله پژوهشی

استفاده از فرآیند فنتون برای کاهش حجم لجن بیولوژیکی صنایع لبنی

ناصر مهردادی[۱]، غلامرضا نبی‌بیدهندی[۱]، علی‌اکبر رودباری[۲]، سعید ناظمی[۳*]

۱- دانشگاه تهران- دانشکده محیط زیست- گروه مهندسی آب و فاضلاب- استاد.

۲- دانشگاه علوم پزشکی شاهرود- مرکز تحقیقات علوم رفتاری و اجتماعی در سلامت- استادیار.

۳- دانشگاه تهران- پردیس بین‌المللی ارس- گروه محیط زیست- دانشجوی دکتری.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۳۰، **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۶/۸/۲

چکیده

مقدمه: *لجن فعال یکی از فرآیندهای متعارف تصفیه بیولوژیکی فاضلاب در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب صنعتی می‌باشد. در این فرآیند، مقدارزیادی لجن تولید می‌شود که هزینه تصفیه و دفع آن، بخش عمده‌ای از هزینه‌های تصفیه فاضلاب را به خود اختصاص می‌دهد. هدف این مطالعه، بررسی اثر فرآیند فنتون بر کاهش حجم لجن صنایع لبنی بود.*

مواد و روش‌ها: *این مطالعه، از نوع مطالعات تجربی است که در آن به تعیین اثر فرآیند اکسیداسیون شیمیایی با پراکسید هیدروژن و فنتون بر کاهش حجم لجن صنایع لبنی پرداخته شده است. برای این منظور تأثیر شاخص‌های pH (۱، ۲، ۳، ۴ و ...۱۰)، نسبت $[Fe^{2+}]/[H_2O_2]$ (۰/۵ و ۱ و ۱/۵ و ۲)، زمان ماند (۲ تا ۱۲) و غلظت پراکسید هیدروژن (۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰) مورد بررسی قرار گرفت. کلیه آزمایش‌ها مطابق روش‌های ذکر شده در کتاب استاندارد متد (۲۰۰۴) انجام گردید.*

نتایج: *براساس نتایج مطالعه، حداکثر میزان حذف VSS در زمان تماس ۶ ساعت، pH برابر با ۳، نسبت $[Fe^{2+}]/[H_2O_2]$ برابر با ۱ و غلظت پراکسید هیدروژن برابر با ۱۵۰۰ و به میزان ۸۲ درصد حاصل شد. براساس نتایج به‌دست آمده، در صورت نبود یون Fe^{2+} در محیط، کارامدی سیستم برابر صفر بود و بیشترین درصد حذف VSS نیز به میزان ۸۲ درصد در نسبت $[Fe^{2+}]/[H_2O_2]$ برابر با ۱ مشاهده شد. همچنین براساس نتایج به‌دست آمده، با افزایش غلظت پراکسید هیدروژن، مقدار VSS کاهش یافت.*

نتیجه‌گیری: *نتایج مطالعه نشان داد که فرآیند فنتون، گزینه‌ای ممکن و کارآمد برای کاهش حجم لجن صنایع لبنی می‌باشد و به‌کارگیری آن سبب بهبود کیفیت لجن، بهینه‌سازی فرآیند تثبیت و تسهیل نمودن شرایط بهره‌برداری می‌شود.*

واژه‌های کلیدی: اکسیداسیون پیشرفته، لجن، فنتون، فاضلاب.

***نویسنده مسئول:** شاهرود- دانشگاه علوم پزشکی شاهرود- معاونت پژوهشی و فناوری، **تلفن:** ۰۲۳-۳۲۳۹۵۰۵۰، **نمابر:** ۰۲۳-۳۲۳۹۴۸۵۲،

Email: nazemi@shmu.ac.ir

ارجاع: مهردادی ناصر، نبی‌بیدهندی غلامرضا، رودباری علی‌اکبر، ناظمی سعید. استفاده از فرآیند فنتون برای کاهش حجم لجن بیولوژیکی صنایع لبنی. مجله دانش و تندرستی ۱۳۹۶؛۱۲(۳):۴۸-۵۴.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

لجن فعال، یکی از فرآیندهای متعارف تصفیه بیولوزیکی فاضلاب در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب صنعتی می‌باشد. در این فرآیند مقدار زیادی لجن تولید می‌شود که هزینه تصفیه و دفع آن، بخش عمده‌ای از هزینه‌های تصفیه فاضلاب را به خود اختصاص می‌دهد به‌طوری‌که در برخی مطالعات، ۶۰ درصد از هزینه‌های یک تصفیه‌خانه فاضلاب، مربوطبه واحدهای تصفیه لجن دانسته شده است (۱ و ۲).

مقدار لجن مازاد تولیدی در فرآیند لجن متعارف، بین ۱۵ تا ۱۰۰ لیتر به ازای هرکیلوگرم BOD5 ورودی می‌باشدکه ۹۵ درصد آن، آب است (۳). قاره اروپا دارای بیش از چهل هزار تصفیه خانه بیولوژیکی فاضلاب است که سالانه حدود هفت میلیون تن جامدات خشک تولید می‌کند و پیش‌بینی‌ها حاکی از افزایش مقدار آن در سال‌های آتی است (۴). لجن تصفیه‌خانه‌های فاضلاب جزو مواد زائد جامد خطرناک طبقه‌بندی شده و به‌سبب خطراتی که برای انسان و محیط زیست دارند باید قبل از دفع در محیط، تثبیت شوند تا معیارهای زیست محیطی و بهداشتی تدوین شده را برآورده سازند. امروزه فقدان مدیریت اصولی بر دفع لجن‌های تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، تهدیدی جدی برای سلامتی انسان و منابع محیط زیست مانند آب، خاک و محصولات کشاورزی ایجاد نموده است (۵).

نظر به این‌که حجم لجن تولید شده در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب زیاد بوده و مصرف مشخصی نیز برای آنها تعریف نشده است همواره بحث انباشت زیاد لجن در محوطه تصفیه‌خانه‌ها و پیامدهای ناشی از آن مطرح است ضمن آنکه محدودیت‌های موجود برای نگهداری آن نیز اهمیت زیادی دارد از این رو مدیریت صحیح لجن تولیدی در تصفیه‌خانه‌ها امری ضروری می‌باشد (۶ و ۷).

تجزیه لجن و حذف آب اضافی تولید شده طی فرآیند تصفیه یکی از مهمترین مراحل در تصفیه فاضلاب و لجن می‌باشد (۸). دفع لجن به نحوی که هم به بهداشت عمومی آسیب نرساند و هم مشکلات زیست محیطی ایجاد نکند، نیازمند برنامه‌ریزی و تلاش فراوان می‌باشد زیرا رها کردن لجن در محیط به‌دلیل وجود مواد فسادپذیر و میکروب‌های بیماری‌زا در آن، منجر به ایجاد و انتقال بیماری‌های عفونی و نیز تخریب محیط‌های آبی و خاکی پذیرنده می‌شود (۹). به این دلایل در سالیان اخیر روش‌های متعددی برای آبگیری از لجن و تثبیت آن مورد بررسی و استفاده قرار گرفته است. انواع فیلترها، تصفیه حرارتی (۱۰)، پیش تصفیه با فنتون (۱۱)، اسیدها و سورفاکتانت‌ها (۱۲)، الکترولیز (۱۳) و اولتراسوند (۱۴) برخی از مهمترین روش‌های مورد استفاده برای این منظور می‌باشند.

بخش عمده ساختار لجن‌های بیولوژیک، میکروارگانیسم‌ها هستندکه دارای سلول، آب درون‌سلولی و غشا می‌باشند. از آنجایی که هدف اصلی از آبگیری لجن، خارج کردن آب به دام افتاده در داخل سلول‌ها می‌باشد، فرآیند مورد استفاده باید توانایی شکستن غشای سلولی و رهاسازی آب میان بافتی را داشته باشد (۱۵). در روش‌های اکسیداسیون پیشرفته از جمله فنتون، رادیکال هیدروکسیل به منزله عامل اصلی اکسیداسیون تولید می‌شود. رادیکال هیدروکسیل به سرعت و به‌صورت غیر انتخابی واکنش نشان می‌دهد و از تمامی ترکیبات آلی الکترون می‌گیرد. پراکسید هیدروژن و آهن به منزله دو عامل اصلی فرآیند فنتون شناخته شده است (۱۶).

از میان فرآیندهای متفاوت اکسیداسیون پیشرفته، استفاده از فرآیند فنتون به‌دلیل سهولت اجرا، امکان به‌کارگیری آن در مقیاس‌های مختلف و ملاحظات اقتصادی، مناسب شناخته شده است (۱۷). اصول کلی فرآیند فنتون (H_2O_2/Fe^{2+}) را می‌توان به‌صورت خلاصه به شرح زیر بیان کرد (۱۸).

$$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH^\circ + OH^-$$
$$OH^\circ + H_2O_2 \rightarrow H_2O + HO_2^\circ$$
$$Fe^{3+} + HO_2^\circ \rightarrow Fe^{2+} + H^+ + O_2$$
$$Fe^{2+} + HO_2^\circ \rightarrow Fe^{3+} + HO_2^-$$
$$Fe^{3+} + OH^- \rightarrow Fe^{2+} + OH^\circ$$
$$RHX + OH^\circ \rightarrow X^- + \text{oxidation products } (CO_2 + H_2O)$$

در مطالعات قبلی تأثیر پراکسید هیدروژن به‌عنوان ماده ضدعفونی‌کنندهٔ قوی، اثبات شده است و افزایش قدرت اکسیداسیون آن با استفاده از کاتالیزور+Fe2 مدت‌هاست که مورد تأیید قرار گرفته است (۱۹). به همین علت در سال‌های اخیر پژوهشگران مختلف از ترکیب روش‌های فنتون و یون آهن فرو در تصفیه آب و فاضلاب استفاده‌های فراوانی کرده‌اند (۲۰).

استفاده از فرآیند اکسیداسیون پیشرفته برای تصفیه لجن نخستین بار در سال ۲۰۰۳ در تحقیقی در مقیاس پایلوت توسط نیینزو همکاران مورد بررسی قرار گرفت (۲۱). همچنین راکوئل و همکاران نیز مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۵ بر روی فاضلاب خروجی صنایع لبنیات با استفاده از فرآیند فنتون انجام داده و موفق به کاهش ۶۴ درصدی مقدار COD شدند (۲۲). در مطالعه پیگناتلو و همکاران در سال ۲۰۰۶ نیز از کاتالیزورهای ناهمگن در واکنش فنتون برای تصفیه آب و خاک استفاده شد که بازدهی مطلوبی را به همراه داشته است (۲۳). هدف این مطالعه، بررسی میزان تأثیر فرآیند فنتون در کاهش حجم لجن صنایع لبنی و تعیین بهترین شرایط راهبری آن بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع مطالعات تجربی می‌باشد که هدف اصلی آن تعیین اثر فرآیند اکسیداسیون شیمیایی با پراکسید هیدروژن و فنتون بر کاهش حجم لجن صنایع لبنی و همچنین تعیین بهترین مقادیر شاخص‌های مؤثر (شامل pH، نسبت $[Fe^{2+}]/[H_2O_2]$، زمان ماند و غلظت پراکسید هیدروژن) بوده است. نمونه‌های لجن از خط لجن

www.SID.ir

Archive of SID

برگشتی تانک ته‌نشینی ثانویه تصفیه‌خانه فاضلاب شرکت لبنیات فجر شاهرود برداشته شده، سپس به آزمایشگاه منتقل و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال و در ظروف پلاستیکی در بسته نگهداری می‌شدند. مشخصات لجن مزبور در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی لجن مورد مطالعه

شاخص	مقدار	واحد
COD	۶۰۰۰–۸۰۰۰	mg/L
pH	۶/۵–۷/۸	--
TSS	۱۷۳۰۰–۲۷۴۰۰	mg/L
VSS	۱۵۲۰۰–۲۵۶۰۰	mg/L
VS	۱۷۱۰۰–۲۷۱۲۰	mg/L
VSS/TSS	۰/۸۷–۰/۹۳	.....

در این مطالعه در مجموع ۹ نمونه به حجم ۱۰۰۰ میلی‌لیتر تهیه شده و آزمایش‌های موردنظر، هر کدام با سه بار تکرار برای کنترل خطاها، بر روی آنها انجام شدند. کلیه آزمایش‌ها مطابق روش استاندارد متد انجام گردید (۲۴) .

برای تعیین مقدار COD از رآکتور مخصوص تست، کیت‌های خاص و دستگاه اسپکتروفتومتر پرتابل DR 5000 ساخت شرکت HACH آمریکا استفاده شد. در این تحقیق از ترازوی دیجیتال Sartorius مدل CP423Sبا دقت ۰/۰۰۱ گرم، آون ساخت شرکت BICASA و دستگاه فیلتراسیون متصل به سیستم خلاء استفاده گردید. همچنین از صافی Millipore که اندازه چشمه‌های آن ۰/۸ میکرون بود استفاده شد و برای اندازه‌گیری pH از دستگاه pH Meter691 ساخت شرکت Metrohm استفاده شد. جهت انجام تست COD براساس استاندارد ASTM-D1888نمونه‌ها به میزان مشخص به کیت‌ها اضافه شده و سپس در داخل رآکتور به مدت یک ساعت قرار گرفت. کیت‌ها پس از خنک شدن در داخل دستگاه اسپکتروفتومتر قرار گرفته و میزان CODدر طول موج ۶۲۰ نانومتر تعیین گردید. به‌منظور تعیین مقدار مواد جامد معلق (MLSS) براساس وزن خالص مواد جامد و جامدات معلق فرار (VSS)، طبق استاندارد ISO11923، ۵۰۰ سی‌سی از نمونه به‌روش فیلتراسیون توسط دستگاه فیلتراسیون خلاء، صاف گردید و پس از عبور کامل مواد از صافی ۰/۸ میکرون، صافی مربوطه در آون خشک و سپس در ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در کوره سوزانده شد. اندازه‌گیری pH به روش ASTM 7676 انجام شد. حداکثر مدت قبول برای ذخیره‌سازی نمونه‌ها ۴۸ ساعت بود.

پایلوت مورد استفاده، یک راکتور آزمایشگاهی مکعب شکل و از جنس پلکسی گلاس به حجم ۲ لیتر، یک موتور الکتریکی، اتصالات و شیرآلات بود که به‌صورت منقطع (Batch) مورد استفاده قرار می‌گرفت (شکل ۱). اختلاط در این پایلوت با استفاده از یک موتور الکتریکی انجام می‌شد که علت آن، جلوگیری از تأثیر منفی همزن مغناطیسی در یون آهن و عملکرد کاتالیزوری آن در فرآیند فنتون بود. در این مطالعه بعد از طرح‌ریزی آزمایشات، ترکیب‌های مختلف از عوامل مؤثر (شامل pH، نسبت $[Fe^{2+}]/[H_2O_2]$، زمان ماند و غلظت پراکسید هیدروژن) در راکتور ایجاد شد. مقدار شاخص‌های مؤثر به شرح زیر بود:

pH: ۱ تا ۱۰)، نسبت $[Fe^{2+}]/[H_2O_2]$: ۰/۵ و ۱ و ۱/۵ و ۲، زمان ماند: ۲ تا ۱۲ ساعت، غلظت پراکسید هیدروژن: ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰.

برای راهبری راکتور، ابتدا pH لجن با استفاده از اسید سولفوریک تنظیم و سپس سولفات آهن و پراکسید به راکتور تزریق می‌شد. بعد از گذشت مدت زمان موردنظر، نمونه‌ای به حجم ۵۰۰–۵۰ سی‌سی از خروجی راکتور برداشته می‌شد و مقدار Vss در خروجی اندازه‌گیری شد. راندمان روش فنتون با اندازه‌گیری درصد حذف VSS لجن تعیین گردید.

تمامی مواد شیمیایی و وسایل مورد استفاده شامل اسید سولفوریک غلیظ، سولفات آهن، پر اکسید هیدروژن و کاغذ صافی واتمن از شرکت Merk آلمان خریداری شد.

شکل ۱- راکتور مورد استفاده در مطالعه

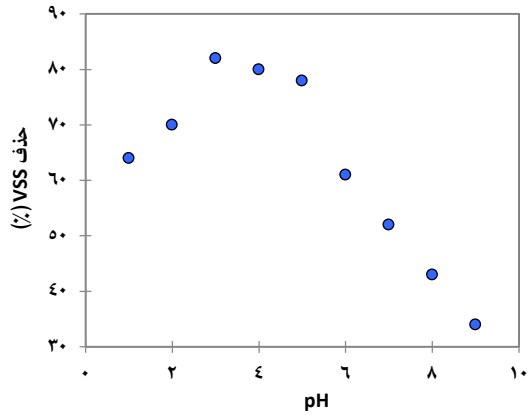
نتایج

تأثیر pH بر کارآیی سیستم: نمودار ۱، تأثیر pH را بر کارآیی فرآیند فنتون در حذف VSS نشان می‌دهد که براساس آن، بیشترین درصد حذف VSS برابر با ۸۲ درصد در pH برابر با ۳ و کمترین درصد حذف به میزان ۳۵ درصد در pH برابر با ۹ روی داد.

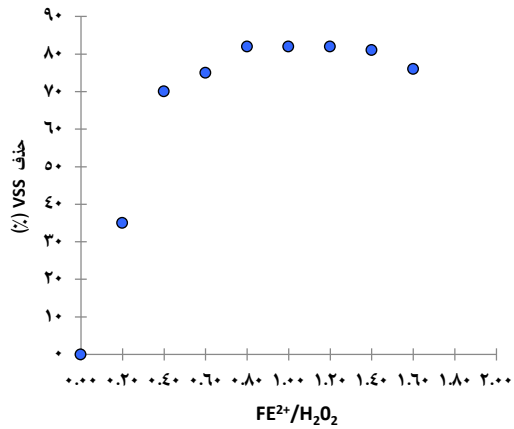
تأثیر نسبت $[Fe^{2+}]/[H_2O_2]$: نمودار ۲، تأثیر نسبت $[Fe^{2+}]/[H_2O_2]$ را بر کارآیی فرآیند فنتون در حذف VSS نشان می‌دهد که براساس آن، در صورت نبود یون Fe^{2+} در محیط، کارامدی سیستم برابر صفر است ضمناً بیشترین درصد حذف VSS برابر با ۷۲ درصد می‌باشد که در نسبت $[Fe^{2+}]/[H_2O_2]$ برابر با یک به‌دست آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

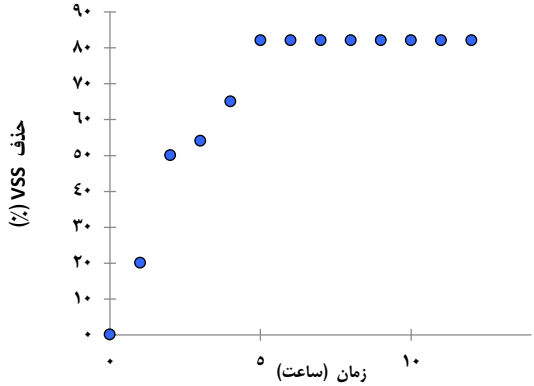


نمودار ۱- تأثیر pH بر کارآیی حذف VSS به‌روش فنتون



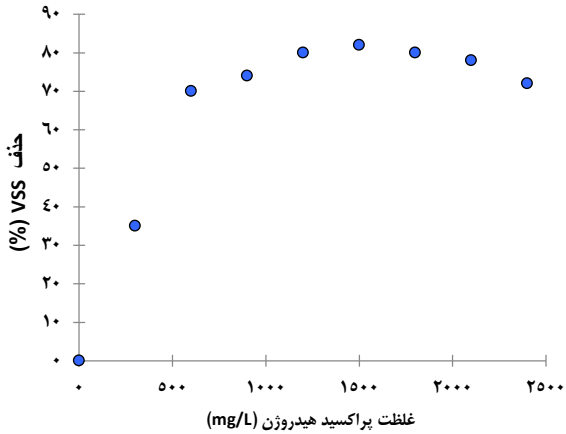
نمودار ۲- تأثیر نسبت $[Fe^{2+}]/[H_2O_2]$ بر کارآیی حذف VSS به‌روش فنتون

نمودار ۲، تأثیر مدت زمان واکنش را بر کارآیی فرآیند فنتون در حذف VSS نشان می‌دهد که براساس آن، حدکثر میزان حذف در ۳ ساعت اول، ۵۵ درصد می‌باشد که بعد از ۶ ساعت به ۸۲ درصد رسید.



نمودار ۳- تأثیر مدت زمان واکنش بر کارآیی حذف VSS به‌روش فنتون

تأثیر غلظت پراکسید هیدروژن: نمودار ۴ تأثیر غلظت پراکسید هیدروژن را بر کارآیی فرآیند فنتون در حذف VSS نشان می‌دهد که براساس آن، وقتی غلظت پراکسید هیدروژن در محیط، صفر بود هیچ حذفی از VSS به‌دست نیامد ولی با افزایش غلظت پراکسید هیدروژن تا ۱۵۳۰ میلی گرم در لیتر، مقدار حذف VSS افزایش و به ۸۲ درصد رسید و بعد از آن با افزایش غلظت پراکسید هیدروژن، مقدار حذف کاهش یافت.



نمودار ٤- تأثیر غلظت پراکسید هیدروژن بر کارآیی فرآیند فنتون در حذف VSS

بحث

هدف اصلی مطالعه حاضر، بررسی تأثیر روش اکسیداسیون پیشرفته فنتون در تجزیه و کاهش حجم لجن صنایع لبنی بوده است که با شاخص VSS مشخص می‌شود.

براساس نتایج مطالعات انجام شده پیشین، مقدار بهینهٔ pH برای اثربخشی فرآیند فنتون، حدود ۳ بوده است (۲۸-۲۵). مطالعه ژانگ و همکاران نیز در سال ۲۰۱۲ نشان داد که بالاترین میزان آب‌گیری از لجن با استفاده از فرآیند فنتون در pH برابر با ۳ اتفاق می‌افتد (۲۹). باتوجه به نتایج مطالعه حاضر (شکل ۱) نیز حداکثر میزان حذف VSS به میزان ۸۲ درصد در pH برابر با ۳ به‌دست آمد. مطالعه بدلیانس و همکاران (۳۰) نیز در سال ۱۳۹۳ نشان داد که کارامدی سیستم در صورت کاهش pH به کمتر از ۳ همراه با کاهش چشمگیر بازدهی اکسیداسیون خواهد بود که با مطالعه ما همخوانی دارد. به‌نظر می‌رسد علت آن تشکیل کمپلکس پایدار گونه‌های آهن با H_2O_2 بوده که باعث خنثی‌سازی کاتالیزور آهن و درنتیجه کاهش چشمگیر بازدهی اکسیداسیون می‌گردد.

براساس نتایج مطالعه حاضر، با افزایش غلظت یون آهن فرو میزان حذف VSS افزایش می‌یابد زیرا با افزودن یون Fe^{2+} تولید رادیکال هیدروکسیل افزایش یافته وسبب اکسیداسیون مواد آلی می‌شود. سانکارا و همکاران نیز در مطالعه‌ای نشان دادند که افزایش بیش از حد غلظت Fe^{2+} سبب مصرف رادیکال هیدروکسیل و درنتیجه کاهش کارآمدی سیستم حذف خواهد شد (۳۱) که با نتایج مطالعه ما نیز همخوانی دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین براساس نتایج مطالعه حاضر،کارآمدی سیستم فنتون با افزایش پراکسید هیدروژن افزایش می‌یابد ولی با افزایش بیشتر غلظت پراکسید هیدروژن، کارامدی سیستم کاهش می‌یابد (۳۲). دلیل این امر وقوع دو واکنش زیر (۱ و ۲) می‌باشد:

$$OH.+H_2O_2 \rightarrow HO_2+H_2O \quad (1)$$

$$OH.+H_2O \rightarrow H_2O+O_2 \quad (2)$$

بدلیانس و همکاران نیز در مطالعه‌ای ضمن بررسی استفاده هم زمان فرآیند فنتون و الکتروشیمیایی برای کاهش بار آلی لجن مازاد بیولوژیکی، ضمن تعیین مقدار بهینه پراکسید هیدرژن، به حداکثر حذف ۷۰ درصد VSS دست پیدا کردند (۳۰).

مدت زمان واکنش، یکی از شاخص‌های مؤثر بر اکثر واکنش‌های زیست‌محیطی می‌باشد زیرا تعیین دقیق آن با تعیین دقیق احجام مورد نیاز و در درنتیجه، صرفه‌جویی در هزینه‌های احداث سازه، پمپ‌های تزریق و راهبری آنها همراه خواهد بود. در سامانهٔ تصفیه با فنتون، مدت زمان واکنش در حد زیادی کاهش می‌یابد. همان گونه که در نمودار ۳ مشاهده می‌شود در ۲ ساعت اولیهٔ فرآیند، ۵۰ درصد حذف VOC حاصل می‌شود که علت آن، غلظت زیاد مواد آلی تجزیه پذیر در سیستم است. این میزان حذف بعد از ۶ ساعت از شروع فرآیند به ۸۲ درصد رسید. وسیلیند و همکاران (۳۳) به تأثیر افزایش زمان ماند در افزایش کارایی سیستم اشاره نموده‌اند که پس از آن شاهد ثابت شدن میزان هضم خواهیم بود.

در دهه‌های گذشته تلاش‌های فراوانی برای ارتقای عملکرد روش‌های متعارف تثبیت لجن و ارایه روش‌های نوین و کارآمد صورت گرفته است، اما همچنان محققان بسیاری به‌علت اهمیت ویژهٔ فنی - اقتصادی این موضوع به آن توجه دارند. هدف اصلی راهکارهای ارایه شده در این مطالعات، حذف آلاینده‌های آلی و ارتقای کیفیت لجن برای مصارف مختلف است. در این تحقیق، کارآمدی عملکردی فرآیند فنتون برای تثبیت لجن مازاد بیولوژیکی تصفیه‌خانهٔ فاضلاب صنایع لبنی ارزیابی شد. حداکثر میزان حذف VSS در زمان تماس ۶ ساعت، pH برابر با ۳، نسبت $[H2O2]/[Fe^{2+}]$ برابر با ۱ و غلظت پراکسید هیدروژن برابر با ۱۵۰۰ و به میزان ۸۲ درصد حاصل شد. بیشترین درصد حذف VSS به میزان ۸۲ درصد در pH برابر با ۳ و کمترین درصد حذف آن به میزان ۳۵ درصد در pH برابر با ۹ رخ داد. براساس نتایج به‌دست آمده، در صورت نبود یون Fe^{2+} در محیط، کارآمدی سیستم برابر صفر بود و بیشترین درصد حذف VSS نیز به میزان ۷۲ درصد بود در نسبت $[H2O2]/[Fe^{2+}]$ برابر با ۱ مشاهده شد. همچنین براساس نتایج به‌دست آمده، با افزایش غلظت پراکسید هیدروژن، مقدار VSS کاهش یافت.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که فرآیند فنتون گزینه‌ای ممکن و کارآمد برای تثبیت لجن مازاد بیولوژیکی تصفیه‌خانه فاضلاب لبنی است و به‌کارگیری آن سبب بهبود کیفیت لجن، تثبیت و شرایط بهره‌برداری می‌شود.

تشکر و قدردانی

بخش عمده این پژوهش در آزمایشگاه جامع تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی شاهرود انجام شده است که بدین وسیله از همکاری تمامی پرسنل آن آزمایشگاه تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

References

1. Yin X, Han P, Lu X, Wang Y. A review on the dewater ability of bio-sludge and ultrasound pretreatment. Ultrason Sonochem 2004; 11:337-48. doi: 10.1016/j.ultsonch.2004.02.005
2. Nazemi S, Nourian J, Sohrabi MB, Abbadi E, khosravi A. Investigating the efficacy of imam hossein hospital wastewater treatment plant. J Know Health 2011;4:11-20. doi: 10.22100/jkh.v4i2.181
3. Farzadkia M, Jafarzadeh N, Loveimi asl L. Ghalambor A. Wastewater sludge stabilization using lime a case study of west Ahwaz wastewater treatment plant. J Water Waste 2008;4:67-71.[Persian].
4. Jamal A, Norieh N, Farzadkia M. Comparison of aerobic and lime stabilization methods for evaluation of sewage sludge reuse. J Env Sci Technol 2011;4:182-90. doi: 10.3923/jest.2011.182.190
5. Farzadkia M, Mirzaiee R, Ghaffarkhani M, Bagheri F. Microbial quality assessment of disposal effluent and sludge from four decentralized wastewater. J Health in the Field 2013;1:24-30 [Persian].
6. Golbabaei Kootenaei F, Mehrdadi N, Nabi Bidhendi G, Amini Rad H. The effect of ultrasonic waves on dewater ability of excess sludge. J Health 2017;7:611-20.[Peresian].
7. Maghsoodloo B, Ghaneia MT, Abdollahi T. Benefit from the TOPSIS and AHP models to optimize decision-making process reuse of sludge municipal wastewater treatment plants (Case Study: Wastewater Treatment in Ardabil). Proceeding of 16th National Conference on Environmental Health;2013;Tabriz, Tabriz Univ Med Sci.[Persian].
8. Zhen G, Lu X, Li Y, Zhao Y, Wang B, Song Y, et al. Novel insights into enhanced dewater ability of waste activated sludge by Fe (II)-activated persulfate oxidation. Biores Technol 2012;19:7-14. doi: 10.1016/j.biortech.2012.05.115
9. Parvaresh A, Movehediyan H, Bazrafshan E. Additional fixation of South of Isfahans Refinery dewatered sludge using aerobic compost by adding the bulk materials. Res Med Sci 2001;6:287-91.[Persian].
10. Ohm TI, Chae JS, Kim JE, Kim Hk, Moon SH. A study on the dewatering of industrial waste sludge by fry drying technology. J Hazard Mater 2009;168:445-50. doi: 10.1016/j.jhazmat.2009.02.053
11. Lu MC, Lin C, Liao C, Huang R, Ting W. Dewatering of activated sludge by Fenton's reagent. Adv Env Res 2003;7:667-70. doi: 10.1016/S1093-0191(02)00039-4
12. Zhang X, Lei H, Chen K, Liu Z, Wu H, Liang H. Effect of potassium ferrate (K2FeO4) on sludge dewater ability under different pH conditions. Chem Eng J 2012;210:467-74. doi: 10.1016/j.cej.2012.09.013
13. Raynaud M, Vaxelaire J, Olivier J, Dieude-Fauvel E, Baudez JC. Compression dewatering of municipal activated sludge: Effects of salt and pH. Water Res 2012;46:4448-56. doi: 10.1016/j.watres.2012.05.047
14. Pilli S, Bhunia P, Yan S, LeBlanc RJ, Tyagi RD, Surampalli RY. Ultrasonic pretreatment of sludge: a review. Ultrasonics Sonochemistry 2011;18:1-18. doi:10.1016/j.ultsonch.2010.02.014

www.SID.ir

Archive of SID

15. Feng X, Deng J, Lei H, Bai T, Fan Q, Li Z. Dewaterability of waste activated sludge with ultrasound conditioning. Bioresour Technol 2009;100:1074-81. doi: 10.1016/j.biortech.2008.07.055

16. Nidheesh PV, Gandhimathi R. Trends in electro-fenton process for water and wastewater treatment: An overview. Desalination 2012; 299:1-15. doi: 10.1016/j.desal.2012.05.011

17- Murray CA, Parsons SA. Advanced oxidation processes: Flow sheet options for bulk natural organic matter removal. J Water Sup 2004;4:113-19.

18- Aliabadi, M, Fazel Sh, Vahabzadeh F. Application of acid cracking and fenton process in treating olive mill wastewater. J Water Waste 2006;57:30-3.[Persian].

19. Badaliance Gholikandi G. Chemistry of water. Tehran: Noorpardazan Press;2006.[Persian].

20. Pozzo AD, Ferrantelli P, Merli C, Peerucci E. Oxidation efficiency in the electro-fenton process. J of Appl Electro 2005;35:391-8.

21. Neyens E, Baeyens J, Heyder B, Weemaes M. The potential of advanced treatment methods for sewage sludge, Management of Environmental Quality: An International J 2004;15:9-16. doi: 10.1108/14777830410513559

22. Raquel A, Hélcio J, Guilherme A, Otávio A, Adriano F, Marco A. Catalytic ozonation using Fe^{2+} in the treatment of dairy effluent in a semi-batch process with recycle. J Braz Chem Soc 2015;26:1509-19.

23. Pignatello JJ, Oliveros E, MacKay A. Advanced oxidation processes for organic contaminant destruction based on the Fenton reaction and related chemistry. Crit Rev Env Sci Technol 2006; 36:81-4. doi: 10.1080/10643380500326564

24. APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. American Public Health Association /Water Environment Federation, Washington, DC, USA. 2005.

25. Zhang H, Fei C, Zhang D, Tang F. Degradation of 4-nitrophenol in aqueous medium by electro-Fenton method. J Hazard Mater 2007; 145:227-32. doi: 10.1016/j.jhazmat.2006.11.016

26. Zhou M, Yu Q, Lei L, Barton G. Electro-fenton method for the removal of methyl red in an efficient electrochemical system. Sep Purif Technol 2007;57:380-7. doi: 10.1016/j.seppur.2007.04.021

27. Ai Z, Mei T, Liu J, Li J, Jia F, Zhang L, et al. Fe@Fe2O3 core-shell nanowires as an iron reagent 3. Their combination with CNTs as an effective oxygen-fed gas diffusion electrode in a neutral electro-Fenton system. J Phys Chem 2007;111:14799-803. doi: 10.1021/jp073617c

28. Ghoneim MM, El-Desoky HS, Zidan NM. Electro-Fenton oxidation of sunset yellow FCF azodye in aqueous solutions. Desalination 2011;274:22-30. doi: 10.1016/j.desal.2011.01.062

29. Zhang X, Lei H, Chen K, Liu Z, Wu H, Liang H. Effect of potassium ferrate (K_2FeO_4) on sludge dewater ability under different pH conditions. Chem Eng J 2010;1:467-74. doi: 10.1016/j.cej.2012.09.013

30. Badaliance Gholikandi G, Masihi H, Mirabi M. Use of the fenton and electrochemical processes to reduce organic load of excess biological sludge. J Ecol 2014;1:177-88.

31. Sankara Narayanan TSN, Magesh G, Rajendran N. Degradation of Ochlorophenol from aqueous solution by electro-fenton process. Fresenius Environ Bull 2003;12:776-80.

32. Abu Amr SS, Aziz HA. New treatment of stabilized leachate by ozone/Fenton in the advanced oxidation process. Waste Manage 2012;32:1693-98. doi: 10.1016/j.wasman.2012.04.009

33. Vesilind PA, Hartman GC, editors. Sludge management and disposal for the practicing engineer. London:Lewis Pub;2003.p.45-6.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Knowledge & Health 2017; Vol 12, No 3
Shahroud University of Medical Sciences

DOI: 10.22100/jkh.v12i3.1777
Original Article

Using The Fenton Process to Reduce the Volume of the Biological Sludge in Dairy Industries

Naser Mehrdadi (Ph.D.)[1], Gholamreza Nabi Bidhendi (Ph.D.)[1], Aliakbar Roudbari (Ph.D.)[2], Saeid Nazemi (Ph.D. Student)[3*]

1- Dept. of Water and Wastewater Engineering, School of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran.
2- Center for Health Related Social and Behavioral Sciences Research, Shahroud University of Medical Sciences, Shahroud, Iran.
3- Dept. of Environment, Aras International Campus, University of Tehran, Tehran, Iran.

Received: 21 September 2017**, Accepted:** 24 October 2017

Abstract:

Introduction: *Activated sludge is one of the common processes of biological treatment in industrial wastewater treatment plants. In this process, a large amount of sludge is produced which its treatment accounts for a large part of wastewater treatment costs. The aim of study was to investigate the effect of the Fenton process to reduce the volume of the biological sludge in dairy industries.*

Methods: *This study is an empirical one in which the effect of chemical oxidation process with hydrogen peroxide and Fenton on reduction of produced sludge in dairy industry has been investigated. For this, the effect of pH (1, 2, 3, 4 and 10), $[Fe^{2+}]/H_2O_2]$ (0.5, 1, 1.5 and 2), contact time (2 to 12) and hydrogen peroxide concentration (500, 1000, 1500, 2000, and 2500) were studied. All exams have been performed according to the Standard Method book (2005).*

Results: *Based on the results, the highest VSS removal rate was 82% which was obtained at contact time of 6 hours, pH of 3 and $[Fe^{2+}]/[H_2O_2]$ of 1 and hydrogen peroxide concentration of 1500 mg/l. Based on the results, in the absence of Fe^{2+} ion in, the removal efficiency of the system was zero and the highest VSS removal rate was obtained at $[Fe^{2+}] / [H_2O_2]$ of 1. Also the amount of VSS decreased with increasing hydrogen peroxide concentration.*

Conclusion: *The results showed that the Fenton process is a possible and effective option for reducing sludge volume in dairy industries and its application improves the quality of the sludge and stabilization process and facilitates operational conditions.*

Keywords: Advanced oxidation, Sludge, Fenton, Wastewater.

Conflict of Interest: No

***Corresponding author:** S. Nazemi**, Email:** nazemi@shmu.ac.ir*

Citation: Mehrdadi N, Bidhendi Gholamreza N, Roudbari AA, Nazemi S. Using the fenton process to reduce the volume of the biological sludge in dairy industries. Journal of Knowledge & Health 2017;12(3):48-54.

www.SID.ir