بررسی کارایی فرآیند الکتروفنتون در حذف بارآلی شیرابه مرکز دفن شهر تهران

بیژن بینا[۱]، کامیار یغمائیان[۲]، مریم مصرقانی[۱*]

۱) گروه مهندسی بهداشت محیط،دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

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

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۲۷ **تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۷**

چکیده

مقدمه: آلودگی ناشی از شیرابه یکی از اصلی ترین مشکلات مراکز دفن مواد زائد شهری است. استفاده مستقیم روش های بیولوژیکی به دلیل غلظت بالای COD و وجود ترکیبات سمی بسیار دشوار است لذا هدف از این تحقیق تعیین پارامترهای بهینه فرآیند الکتروفنتون در کاهش بار آلی شیرابه مرکز دفن مواد زائد شهری شهر تهران است .

مواد و روش ها: پژوهش حاضر در مقیاس آزمایشگاهی به صورت ناپیوسته انجام گرفته است. تصفیه شیرابه با کمک فرآیند الکتروفنتون در یک راکتور الکترولیت ناپیوسته انجام گرفت. تاثیر پارامترهای طراحی چون زمان ماند(۴۰ ، ۳۰ ، ۲۰ ، ۱۰ دقیقه)، pH اولیه(۳ ؛ ۵؛ ۸)، غلظت اولیه H_2O_2(۱ − ۱/۵ − ۲ g/L)، دانسیته جریان الکتریکی($2/9 - 3/9 - 4/9 mA/cm^2$) و غلظت بار آلی شیرابه(COD: ۳۷۱۵۰±۱۴۹۰۰ mg/L) در کارایی فرآیند الکتروفنتون مورد بررسی قرار گرفت.

یافته های پژوهش: بر طبق نتایج به دست آمده روش الکتروفنتون با حفظ شرایط بهینه واکنش می تواند به طور موثر در تصفیه شیرابه موثر باشد. شرایط بهینه فرآیند در زمان تماس ۲۰ دقیقه، دانسیته جریان الکتریکی: $4/9\ mA/cm^2$، غلظت H_2O_2 برابر با ۱/۵ g/Lو در pH اولیه برابر با ۳ به دست آمد. طبق شرایط فوق راندمان کاهش COD در شیرابه میزان ۸۷/۲ درصد به دست آمد.

بحث و نتیجه گیری: بر اساس نتایج به دست آمده تکنولوژی الکتروفنتون به طور موثری با تولید عامل اکسیداسیون پیشرفته در محل، غلظت های بالای بار آلی شیرابه را کاهش می دهد و برای تجزیه فاضلاب حاوی COD بالا می تواند به عنوان پیش تصفیه به کار رود و باعث بهبود قابلیت تصفیه پذیری زیستی شیرابه نیز می گردد.

واژه های کلیدی: شیرابه، مرکز دفن شهری، الکتروفنتون، اکسیداسیون پیشرفته، حذف COD، بار آلی، تهران

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

Email: m_eserghany@yahoo.com

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.18869/acadpub.sjimu.24.5.31]

مقدمه

دفع زباله در محل دفن شهری مرسوم ترین روش دفع نهایی در اغلب کشورهای مختلف دنیا می باشد. شیرابه فاضلابی قوی دارای بار آلی بالا، فلزات سنگین و ترکیبات پایدار و مقاوم به تجزیه است(۱). ترکیب شیرابه وابسته به سن مرکز دفن، مشخصه زباله دفعی، میزان رطوبت پسماند و بارش در مکان دفن است(۲) اگر بدون تصفیه وارد محیط زیست گردد باعث آلودگی محیط پیرامون خود می گردد. لذا قبل از دفع در محیط زیست تا رسیدن به استاندارد تخلیه می بایستی تصفیه گردد(۳). تصفیه با روش های بیولوژیکی به دلیل نسبت پایین BOD_5/COD و وجود ترکیبات مقاوم به تجزیه زیستی و هم چنین وجود مواد سمی و فلزات سنگین کار را دشوار ساخته است(۴). لذا امروزه روش های متعدد فیزیکوشیمیایی چون الکتروکواگولاسیون(۵)، الکترولیز(۶) و یا روش های اکسیداسیون پیشرفته مانند فنتون(۷) و الکتروفنتون(۸)، فتوفنتون(۹)، ازن فنتون (۱۰) و یا روش های غشایی چون بیوراکتور غشایی(MBR)(۱۱)، اسمزمعکوس(۱۲) و اسمز مستقیم (۱۳) جهت تصفیه شیرابه مورد بررسی قرار گرفته است. روش سنتی فنتون به عنوان یک روش اکسیداسیون پیشرفته جهت تصفیه فاضلاب های قوی به کار رفته است. هیدروژن پرکسید یک اکسیدکننده مایع است که در غلظت های ۳۰ درصد تا ۳۵ درصد کاربرد زیست محیطی داشته است. فرآیند اکسیداسیون پیشرفته بر مبنای تولید اکسیدان قوی هیدروکسیل عمل کرده و رادیکال های هیدروکسیل تولیدی کلیه مواد آلی را به دی اکسیدکربن، آب و نمک های معدنی تبدیل می نماید(۱۴). این روش به دلیل تولید لجن شیمیایی، محدودیت کار در pH اسیدی و اضافه کردن مواد شیمیایی دارای معایبی است(۱۵،۱۶). روش الکتروفنتون به دلیل تعدیل کردن این معایب از جمله عدم نیاز به اضافه کردن مواد شیمیایی یک روش محبوب تر جهت تصفیه فاضلاب های قوی مطرح می گردد و دلیل این امر با اعمال جریان الکتریکی و تولید مداوم یون فروس در کاتد و تجزیه بیشتر مواد آلی و باعث کاهش حجم تولیدی نیز می شود(۱۷).

پرکسیدهیدروژن به دلیل سرعت کند تجزیه خود به خودی نیازمند به یک کاتالیزور جهت افزایش سرعت واکنش است. جهت کاتالیز واکنش می توان از نمک های آهن سود جست(۱۸). فرآیند الکتروفنتون بر پایه انتقال الکترون بین H_2O_2 و Fe(II) است. پراکسید هیدروژن به وسیله یون های آهن کاتالیز شده به رادیکال های هیدروکسیل تولید می گردد. این رادیکال در محل و در راکتور تولید گشته و به عنوان اکسیدکننده غیر انتخابی باعث تجزیه ترکیبات آلی می شود. در مجموع در فرآیند الکتروفنتون با برقراری جریان الکتریکی یون های آهن در کاتد قربانی تولید گشته و نهایتاً واکنش های زیر رخ می دهد(۱۹).

۱) $H_2O \rightarrow OH^0 + H^+ + e^-$ (آند)

۲) $Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$ (کاتد)

۳) $Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH^- + OH^0$

۴) $H_2O_2 + Fe^{3+} \rightarrow {}^{2+} + HO_2^0 + H^+$

رادیکال های هیدروکسیل تولیدی باعث تجزیه مواد آلی شیرابه به دی اکسیدکربن، آب و نمک های معدنی می گردد(۲۰). در چند سال اخیر فرآیندهای الکتروفنتون به دلیل ویژگی هایی که دارند مورد توجه محققان قرار گرفته است. از جمله تصفیه ترکیبات دارویی مقاوم به تجزیه بیولوژیکی(۲۰۱۵)(۲۱)، ترکیبات آلی چون دی متیل سولفید(۲۰۱۵)(۲۲) و کاهش بار آلی شیرابه(۲۳) و تجزیه اسید کرومیک(۲۴) به کار گرفته شده است. در سال ۲۰۰۹ Eyup Atmaca شیرابه مرکز دفن مواد زائد شهری Sivas در ترکیه را با روش الکتروفنتون تصفیه نمود. نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که فرآیند الکتروفنتون میزان COD شیرابه ۷۲ درصد کاهش داده است(۲۵).

در شهر تهران شیرابه حاصل از مرکز دفن بدون هیچ گونه تصفیه ای در محیط رها می گردد لذا انجام تحقیقاتی در زمینه کاهش بار بار آلی شیرابه ضروری به نظر می رسد. این تحقیق با هدف بررسی راندمان کاهش بار آلی شیرابه مرکز دفن پسماند شهری تهران با کمک فرآیند الکتروفنتون و استفاده از الکتـــرود صفحه ای آهنی با آرایش تک قطبی و موازی انجام گرفت.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.18869/acadpub.sjimu.24.5.31]

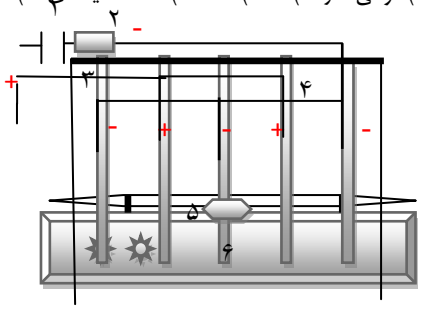
مواد و روش ها

نمونه برداری از شیرابه: تحقیق حاضر یک مطالعه تجربی-کاربردی در مقیاس آزمایشگاهی در سیستم ناپیوسته انجام پذیرفت. نمونه های شیرابه از مرکز دفن مواد زائد شهری شهر تهران کانال زهکش شیرابه برداشت گردید. نمونه ها در ظروف پلاستیکی به حجم ۲۰ لیتر جمع آوری و در دمای ۴ درجه سانتی گراد به آزمایشگاه منتقل گردید. و میزان COD, BOD, pH EC, مورد آنالیز قرار گرفت.

آماده سازی راکتور: طرح شماتیک راکتور مورد استفاده در تصویر شماره ۱ نشان داده شده است. راکتور حاوی یک مخزن پلکسی گلس با ابعاد cm^3 ۱۴×۱۰×۱۰ با حجم موثر ۱/۲ لیتر، حاوی ۵ صفحه آهنی با ابعاد cm ۸×۸×۰/۵ مستغرق در شیرابه با سطح موثر هر الکترود cm^2 ۱۴۴ با فاصله cm ۲ داخل به صورت تک قطبی Unipolar در مخزن قرار گرفتند. صفحات آهنی در فاصله cm ۲ از کف قرار دارد. صفحات با آرایش تک قطبی و به صورت موازی به یک منبع تغذیه(MPS.3005 I) (با شدت جریان: A ۳، ولتاژ V ۶۰) جهت تبدیل برق متناوب شهری به مستقیم متصل شد. جهت سنجش میزان جریان از یک مولتی متر(Rogle) استفاده شد. در حین واکنش از یک همزن مغناطیسی با دور rpm ۲۰۰ استفاده شد.

راهبری سیستم: در هر بار آزمایش مخزن با ۱/۲ لیتر شیرابه پر گشت. سپس میزان مشخص شده H_2O_2 (g/L ۲– ۱/۵– ۱) به راکتور اضافه گردید. به منظور بررسی عوامل تاثیرگذار بر فرآیند آزمایش در مقادیر مختلف pH(۳؛ ۵؛ ۸)، دانسیته جریان(mA/cm^2 ۴/۹ – ۳/۹–۲/۹) و زمان واکنش(۴۰، ۳۰، ۲۰، ۱۰ دقیقه)، میزان H_2O_2(g/L ۲– ۱/۵– ۱) انجام گرفت. نمونه ها از میانه راکتور برداشت شدند و پس مدت ۳۰ دقیقه سکون مایع رویی مورد آزمایش قرار گرفت. مواد شیمیایی مصرفی مانند سولفات آهن($Feso_4.7H_2o$)، پراکسید هیدروژن(۳۰ درصد) H_2O_2، H_2SO_4، NaoH، اسید استیک CH_3COOH، دی کرومات پتاسیم($K_2cr_2o_7$)، سولفات نقره Ag_2so_4، پتاسیم هیدروژن فتالات از شرکت MERCK تهیه گردید. میزان بار آلی(COD) با کمک دستگاه اسپکتومتری DR4000 قرائت گردید(۲۶). pH با کمک دستگاه pH متر(Hack(–HQ-USA و هدایت الکتریکی با دستگاه IF90 (WTW) اندازه گیری شد. داده ها به کمک نرم افزار Excel 2016 vol.15.13.3 جهت تحلیل توابع، واریانس و نمایش نمودارها و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

۱)منبع برق مستقیم، ۲)آمولتی متر، ۳)آند، ۴)کاتد، ۵) مگنت میله ای، ۶) همزن مغناطیسی



تصویر شماره ۱. طرح شماتیک و تصویر راکتور مورد استفاده در پژوهش

یافته های پژوهش

در **مطالعه** حاضر فرآیند الکتروفنتون با استفاده از الکترود آهنی به عنوان یک فرآیند تصفیه برای کاهش بار آلی شیرابه مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی شیرابه مورد مطالعه در جدول شماره ۱ آمده است.

اثر پارامترهای راهبری سیستم بر تجزیه شیرابه: اثر زمان واکنش، pH اولیه واکنش، غلظت اولیه پرکسید هیدروژن، میزان دانسیته جریان و غلظت شیرابه بر کارایی فرآیند الکتروفنتون جهت حذف شیرابه نمودارهای شماره ۲ تا ۶ آمده است.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.18869/acadpub.sjimu.24.5.31]

تعیین زمان واکنش بهینه در فرآیند الکتروفنتون: شکل شماره ۲ نتایج تاثیر زمان واکنش بر راندمان کاهش COD نشان داده شده است. برای ارزیابی تاثیر زمان واکنش، نمونه برداری در فواصل زمانی ۱۰ دقیقه از میانه راکتور برداشت گردید. کل زمان واکنش ۴۰ دقیقه بود که جمعاً ۴ نمونه برداشت و مورد آنالیز قرار گرفت. پس از ۳۰ دقیقه سکون میزان COD مایع رویی آزمایش گردید. بالاترین راندمان حذف برابر با ۷۴/۱ درصد در دقیقه ۴۰ ام زمان واکنش در بالاترین دانسیته جریان اعمالی در pH شیرابه به دست آمد. با توجه به این که در زمان واکنش ۳۰ دقیقه راندمان حذف ۷۰/۲ درصد به دست آمد این زمان واکنش به عنوان زمان واکنش بهینه انتخاب گردید.

تعیین pH بهینه در فرآیند الکتروفنتون: در شکل شماره ۳ نتایج مربوط به تاثیر pH واکنش بر میزان کاهش COD در دانسیته جریان $۴/۹\ mA/cm^2$ و زمان واکنش ۳۰ دقیقه نمایش داده شده است. با توجه به شکل بالاترین راندمان کاهش COD شیرابه در pH=۳ برابر با ۸۸/۹ درصد به دست آمد. بنا بر این ادامه واکنش در pH=۳، دانسیته جریان $۴/۹mA/cm^2$ انجام گرفت.

تعیین غلظت اولیه پرکسید هیدروژن در فرآیند الکتروفنتون: شکل شماره ۴ بالاترین راندمان حذف COD در دانسیته جریان $۴/۹mA\ /cm^2$ و pH اسیدی و طی ۴۰ دقیقه زمان تماس در میزان H_2O_2 (۲ g/L) برابر ۹۱/۸ درصد به دست آمد.

تعیین تغییرات pH در حین واکنش: در شکل شماره ۵ نتایج مربوط به تغییرات pH در حین واکنش در دانسیته جریان ۴/۹ mA/cm، pH مختلف(۸،۳،۵)، میزان H_2O_2 : ۱/۵ g/L نشان داده شده است. با توجه به شکل با گذشت زمان pH واکنش کاهش یافته ولی پس از گذشت ۲۰ دقیقه تغییرات pH نامحسوس شده است.

تعیین تاثیر غلظت شیرابه در کارایی فرآیند: در شکل شماره ۶ نتایج مربوط به تغییرات بار آلی شیرابه (۱۵۰۰۰–۳۰۰۰۰–۴۱۰۰۰ mg/L) در حین واکنش در دانسیته جریان ۴/۹ mA/cm، pH:۳، میزان H_2O_2:۱/۵ g/L نشان داده شده است. با توجه به شکل با افزایش بارآلی شیرابه کارایی فرآیند کاسته می شود.

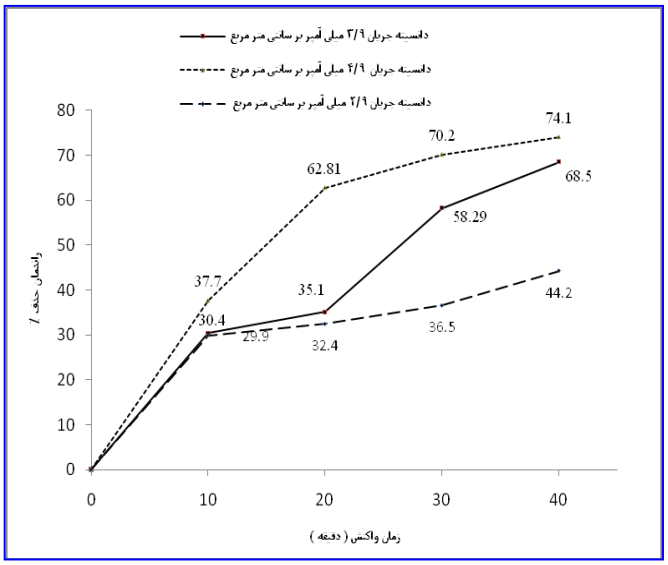
شکل شماره ۷ مقایسه نمونه های برداشت شده در طی زمان واکنش از دقیقه صفرم(شیرابه خام) تا دقیقه ۴۰ ام واکنش(خروجی راکتور) را نشان می دهد. همان طور که از شکل پیداست هر چه زمان واکنش بیشتر می شود پسابی زلال تر با خاصیت ته نشینی بهتر ظاهر می شود.

جدول شماره ۱. ویژگی شیرابه مرکز دفن شهر تهران

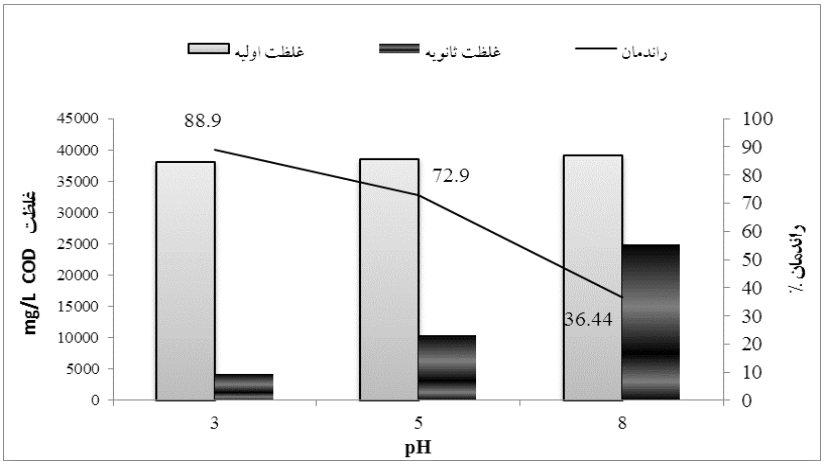
پارامتر	واحد	تعداد نمونه	گستره	میانگین
COD کل	MG/L	۲۴	۱۵۰۰۰– ۴۱۰۰۰	۳۷۱۵۰±۱۴۹۰۰
هدایت الکتریکی در دما ۳۰ درجه سانتی گراد	(MS/CM)	۲۴	۴۹/۱ – ۵۱/۵	۵۰/۸۰±۱/۰۴
BOD کل	MG/L	۲۴	۹۰۰۰– ۱۸۰۰۰	۱۱۷۵۰±۶۱۵۰
PH	غلظت یون هیدروژن	۲۴	۶/۱– ۷/۴	۶/۸±۰/۴۵

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

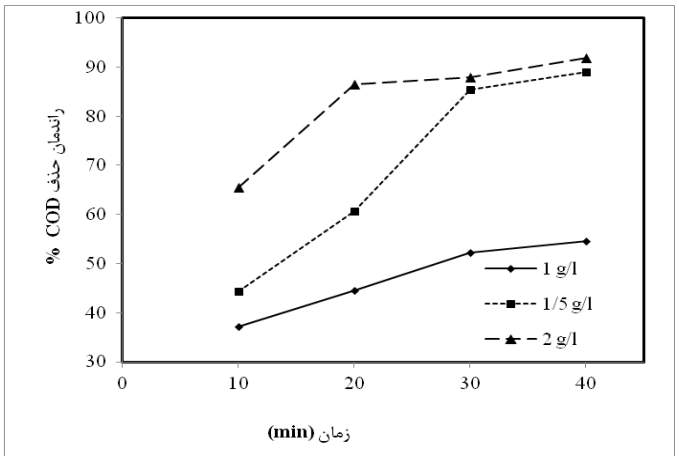
[DOI: 10.18869/acadpub.sjimu.24.5.31]



شکل شماره ۲. راندمان کاهش COD در زمان واکنش و دانسیته جریان مختلف، pH شیرابه، میزانH_2O_2:g/L ۱/۵



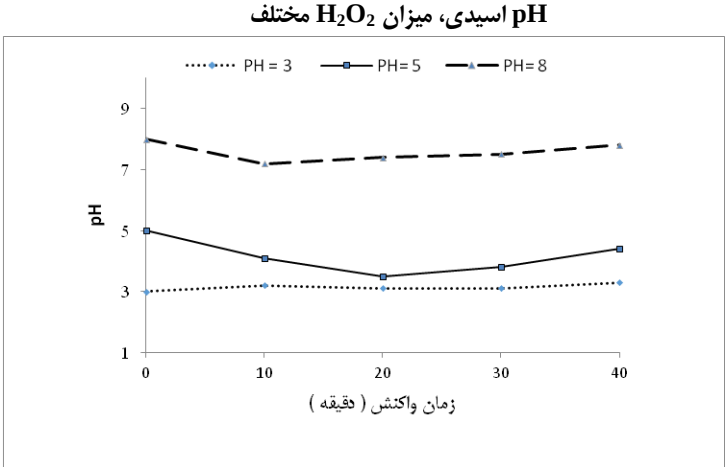
شکل شماره ۳. راندمان کاهش COD در زمان واکنش(۳۰ min) دانسیته جریان mA/cm^2 ٤/۹، میزان H_2O_2 : g/L ۱/۵، pH مختلف



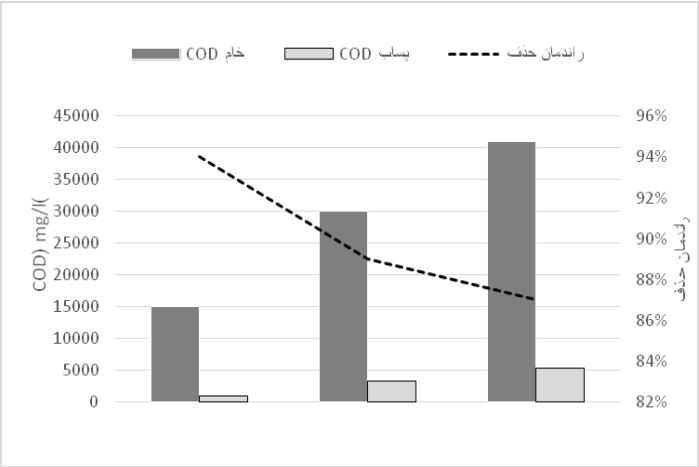
شکل شماره ٤. راندمان کاهش COD در زمان واکنش مختلف دانسیته جریان mA/cm^2 ٤/۹،

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

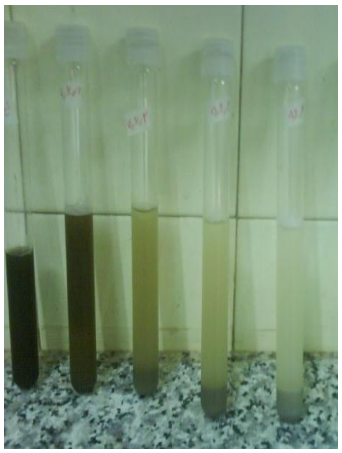
[DOI: 10.18869/acadpub.sjimu.24.5.31]



شکل شماره ۵. تغییرات pH در حین واکنش در دانسیته جریان $4/9mA/cm^2$، pH مختلف، میزان H_2O_2: ۱/۵ g/L



شکل شماره ٦. تاثیر بار آلی شیرابه در حین واکنش در دانسیته جریان $4/9mA/cm^2$، ۳: pH، میزان H_2O_2: ۱/۵ g/L و زمان واکنش(۴۰ min)



شکل شماره ۷. نمونه های برداشت شده از راکتور به ترتیب از چپ به راست(شیرابه خام-نمونه دقیقه ۱۰ ام-۲۰ ام-۳۰ ام و ۴۰ ام واکنش)، دانسیته جریان $4/9mA/cm^2$، pH=۳، میزان H_2O_2 : ۱/۵ g/L

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.18869/acadpub.sjimu.24.5.31]

بحث و نتیجه گیری

تاثیر زمان واکنش: از جمله پارامترهای تاثیرگذار بر کارایی هر فرآیند مدت زمان واکنش است(۲۳). جهت بررسی اثر زمان، واکنش ها در چهار محدوده زمانی(۱۰–۲۰–۳۰–۴۰ دقیقه)، دانسیته جریان($4/9\ mA/cm^2$ –۳/۹–۲/۹) و PH شیرابه(PH=۷) و متوسط بار آلی ۳۸۵۰۰ mg/L در شکل شماره ۲ نشان داده شده است. با افزایش زمان بر راندمان حذف افزوده می شود. این افزایش خطی نبوده و تقریباً پس از گذشت ۳۰ دقیقه ۷۰ در صد COD حذف شده و در ۱۰ دقیقه آخر واکنش تنها یک افزایش ۵ درصدی در راندمان واکنش دیده شد. لذا می توان بسته به راندمان حذف مورد نیاز زمان واکنش مناسب را انتخاب نمود. در مطالعه ای که توسط Hui Zhang و همکاران در سال ۲۰۰۶ در چین برای حذف COD شیرابه توسط فرآیند الکتروفنتون انجام شد؛ نشان داده شد که با گذشت زمان راندمان حذف افزوده می شود ولی پس از گذشت ۶۰ دقیقه افزایش قابل توجه ای در راندمان تصفیه دیده نشده و با افزایش زمان ماند از ۶۰ دقیقه تا ۱۱۰ دقیقه تنها افزایش ۱۵ درصدی راندمان حذف مشاهده می گردد؛ در ۳۰ min اول واکنش سرعت تجزیه COD بالاست و دلیل آن شرایط مناسب قرارگیری غلظت یون فرو و پرکسید هیدروژن می باشد(۹). بنا بر این در مقادیر زمان ماند بالاتر میزان تاثیر پذیری راندمان حذف از زمان ماند(به دلیل عدم تناسب مناسب غلظت یون فرو و پرکسید هیدروژن) به صورت مشخص کاهشی یافته است که با نتایج به دست آمده در این مطالعه هم خوانی داشته و با توجه به شکل شماره ۱ در ۱۰ دقیقه آخر واکنش تنها یک افزایش ۵ درصدی در راندمان حذف دیده شد. لذا زمان واکنش ۳۰ دقیقه به عنوان زمان واکنش بهینه انتخاب گردید.

تاثیر دانسیته جریان: نتایج حاصل از تاثیر دانسیته جریان در حذف COD شیرابه را شکل شماره ۲ نشان می دهد با افزایش دانسیته جریان در صد حذف COD افزایش می یابد. به طوری که در دانسیته جریان $2/9\ mA/cm^2$ راندمان حذف ۴۴ درصد و با افزایش دانسیته جریان به $3/9\ mA/cm^2$ بر راندمان حذف ۲۴/۳ درصد افزوده و با افزایش دانسیته جریان به $4/9\ mA/cm^2$ این افزایش به ۳۰ درصد حداکثری خود یعنی برابر با ۷۴/۱ درصد رسیده است دلیل این امر تولید فلاک های بزرگ تر و سنگین تر در دانسیته جریان بالاتر است و در طی واکنش به وضوح قابل رویت است. در نهایت با کمک مکانیسم های چون شناورسازی و ته نشینی باعث حذف آلاینده ها از محلول می گردد. چنین نتایجی با مطالعه و همکاران Yujue Wang در سال ۲۰۱۲ برای تصفیه شیرابه مرکز دفن شهری Beijing, China با کمک فرآیند الکتروفنتون هم خوانی داشته(۵) و با افزایش دانسیته جریان راندمان حذف نیز افزایش یافته است. نهایتاً دانسیته جریان $4/9\ mA/cm^2$ به عنوان دانسیته جریان بهینه انتخاب گردید.

تاثیر pH اولیه واکنش و تغییرات pH در حین واکنش: کارایی حذف بارآلی شیرابه در سه محدوده pH (۸،۵،۳) و دانسیته جریان $4/9mA/cm^2$ بررسی شد. همان طور که در شکل شماره ۳ نشان می دهد. بیشترین راندمان حذف مواد آلی شیرابه در pH اسیدی بود. البته تغییرات راندمان در این دو محدوده pH=۳ و ۵ بسیار جزیی بوده ولی pH=۸ راندمان حذف یک کاهش قابل توجه ۴۰ درصد نسبت به دو pH قبلی دارد که دلیل آن را می توان رسوب هیدروکسید آهن دانست(۹). در مطالعه ای که توسط Hui Zhang و همکاران در سال ۲۰۰۶ در چین برای حذف COD شیرابه توسط فرآیند الکتروفنتون انجام شد نشان داده شد که کمترین راندمان حذف در pH قلیایی است و با کاهش pH راندمان حذف بهبود می یابد. در شکل شماره ۴ تغییرات pH را در حین واکنش نشان می دهد. در pH=۳ تغییرات pH در حین واکنش محسوس نیست و یک تغییر ۰/۱± رخ می دهد ولی در PH برابر ۵ تا دقیقه ۲۰ ام میزان pH کاهش یافته و به مقدار ۳/۵ نیز می رسد و نهایتاً تا پایان واکنش تا دقیقه ۴۰ pH به ۴/۴ می رسد. در pH=۸ در حین واکنش میزان pH کاهش یافته ولی شیب کاهش pH کمتر از pH=۵ است و نهایتاً در دقیقه ۴۰ ام pH به ۷/۵ رسیده است. دلیل این کاهش pH تولید اسید

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.18869/acadpub.sjimu.24.5.31]

کربوکسیل در طی واکنش است(۹). که این امر باعث کمک به انجام فرآیند می گردد. همان طور در شکل شماره ۳ نشان داده شد بالاترین راندمان حذف در pH اسیدی است.

بررسی اثر غلظت های مختلف H_2O_2: نتایج حاصل از تاثیر غلظت های مختلف H_2O_2 در حذف COD شیرابه را شکل شماره ۴ نشان می دهد. با افزایش غلظت H_2O_2 درصد حذف COD افزایش می یابد. به طوری که در میزان H_2O_2: ۱ g/Lراندمان حذف ۵۴ درصد و با افزایش غلظت H_2O_2 به ۱/۵ g/Lراندمان حذف ۳۴/۳ درصد افزوده و با افزایش غلظت H_2O_2 به ۲ g/L افزایش راندمان به ۳۶ درصد حداکثری خود یعنی برابر با ۹۱/۸ درصد رسیده است. تنها منبع اصلی تولید رادیکال OH در فرآیند الکتروفنتون پرکسید هیدروژن می باشد که با افزایش غلظت اولیه H_2O_2 باعث افزایش مقدار رادیکال های هیدروکسیل تولیدی دانست. افزایش غلظت پرکسید هیدرروژن می تواند به عنوان رادیکال اسکاونجر(Radical Scavenger) و به عنوان رباینده رادیکال OH عمل نماید و باعث حذف رادیکال هیدروکسیل گردد(۵،۱۸). در دو غلظت ۱/۵-۲ g/L از دقیقه ۲۰ به بعد راندمان حذف به صورت خطی افزوده نشده و با یک شیب ملایم این افزایش رخ می دهد و نهایتاً در دقیقه ۴۰ واکنش راندمان حذف در غلظت ۲ g/L تنها ۳/۵ درصد بیشتر از غلظت ۱/۵ g/L است. مطالعه Eyup Atmaca و همکاران در سال ۲۰۰۹ برای تصفیه شیرابه مرکز دفن شهری(Sivas (Turkey با کمک فرآیند الکتروفنتون نیز نشان می دهد با افزایش دانسیته جریان راندمان حذف افزوده شده ولی در دقایق نهایی واکنش افزایش راندمان در غلظت های H_2O_2 ۱۰۰۰و ۱۵۰۰و ۲۰۰۰ mg/L دیگر تغییر قابل توجه ای نداشته است(۵). در شکل شماره ۷ مقایسه نمونه های برداشت شده در زمان های مختلف واکنش نشان داده می شود.

بررسی اثر غلظت های مختلف شیرابه: نتایج حاصل از تاثیر غلظت های مختلف شیرابه(۴۱۰۰۰ mg/L-۳۰۰۰۰-۱۵۰۰۰ :COD) در راندمان فرآیند و با توجه به تاثیر پارامترهای واکنش(pH:۳، زمان واکنش ۳۰ min، دانسیته جریان mA/cm^2 ۴/۹ و میزان H_2O_2 : ۱/۵ g/L) در شکل شماره ۶ نشان داده شده است. افزایش غلظت COD باعث کاهش کارایی واکنش می گردد. در شرایط یکسان عملیاتی و در مقادیر ثابت یون هیدروکسیل با افزایش غلظت آلاینده میزان تماس و مواجه کاسته می شود و هم چنین باعث تولید محصولات جانبی واکنش ناشی از اکسیداسیون می شود که این ترکیبات خود نیز مقادیری از رادیکال هیدروکسیل را مصرف می کنند. رابطه معکوس غلظت آلاینده بر کارایی فرآیند در مطالعه Colades (۲۳)، و هم چنین مطالعه Vargas(۲۲) نیز دیده می شود.

نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد فرآیند الکتروفنتون با کمک الکترود آهنی و اضافه کردن پرکسید هیدروژن با برقراری جریان الکتریکی و تولید یون فروس در محل قابلیت مناسبی در کاهش بار آلی شیرابه را در pH اسیدی داراست. هم چنین کارایی فرآیند با غلظت پرکسید هیدروژن و میزان جریان الکتریکی اعمالی رابطه مستقیمی دارد. البته به دلیل نیاز به محیط اسیدی و تولید زیاد لجن باعث ایجاد محدودیت کاری در فرآیند می گردد. با اعمال شرایط بهینه واکنش(pH:۳، غلظت H_2O_2 به ۱/۵ g/l، زمان واکنش ۳۰ min، دانسیته جریان mA/cm^2 ۴/۹) میزان کاهش بار آلی شیرابه ۸۷/۲ درصد می باشد. هر چند با افزایش زمان واکنش و یا میزان غلظت H_2O_2 به ۲ g/L راندمان حذف COD افزایش می یابد ولی این میزان افزایش اندک می باشد. با توجه به میزان COD:۳۷۰۰۰ mg/L ورودی به واحد تصفیه و راندمان ۸۷ درصد فرآیند، میزان COD خروجی برابر با ۴۸۰۰ mg/L به دست می آید که این میزان هم چنان با میزان COD استاندارد تخلیه بسیار فاصله دارد و نیاز به یک روش تصفیه بعدی جهت کاهش بار آلی تا رسیدن به استاندارد تخلیه مورد نیاز است. نهایتاً به دلیل بار آلی بسیار بالا شیرابه مورد آزمایش روش الکتروفنتون به عنوان یک روش پیش تصفیه بسیار موثر جهت تصفیه بار آلی شیرابه می تواند مطرح گردد.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.18869/acadpub.sjimu.24.5.31]

References

1. Mohan S, Gandhimathi R. Removal of heavy metal ions from municipal solid waste leachate using coal fly ash as adsorbent. Hazard Mat2009; 169:351-9.

2. Xiangdong Li, Junke S, Jiandong G, Zhichao W, Qiyan F. Landfill leachate treatment using electrocoagulation. Environ Sci2011;10:1159-64

3. Hamidi A, Osama M, Salem S, Abu A. The performance of electro-fenton oxidation in the removal of coliform bacteria from landfill leachat. Waste Manage2013;33:396–400.

4. Yujuewang C, Xinyang Li, Limin Z, Heqing Z, Ying Z, Chengwen W. Electro-fenton treatment of concentrates generated in nanofiltration of biologically pretreated landfill leachate. Hazard Mat2012;229:115-21.

5. Ilhan F, Kurt U, Apaydin O, Gonullu MT. Treatment of leachate by electrocoagulation using aluminum and iron electrodes. Hazard Mat2008;154:381-9.

6. Schoeman J.J, Steyn A., Makgae M. Evaluation of electrodialysis for the treatment of an industrial solid waste leachate. Desalination2005;186: 273-289.

7.Amiri A, Sabour M. Multi response optimization of fenton process for applicability assessment in landfill leachate treatment. Waste Manage2014;34:2528-36.

8. Hui Z, Xiaoni R, Xiaogang W. Electro-fenton treatment of mature landfill leachate in a continuous flow reactor. Hazard Mat2012;241:259-66.

9. Primo O, Rivero MJ, Ortiz I. Photo-fenton process as an efficient alternative to the treatment of landfill leachate. Hazard Mat 2008; 153:834-42.

10. Abuamr SS, Aziz HA. New treatment of stabilized leachate by ozone fenton in the advanced oxidation process. Waste Manage2012;32:1693-8.

11. Ahmed F.N, Lan C.Q. Treatment of landfill leachate using membrane bioreactor:a review. Desalination 2012; 287:41-54.

12. Pignatello JJ, Oliveros E, MacKay A. Advanced oxidation processes for organic contaminant destruction based on the Fenton reaction and related chemistry. Environ Sci Technol2006;36:81-4.

13.Ying D, Zhiwei W, Chaowei Z, Qiaoying W, Jixu T, Zhichao W. A forward osmosis membrane system for the post treatment of MBR-treated landfill leachate. Membrane Sci2014; 471:192-200.

14. Malakootian M, Izanloo H, Messerghany M, Emamjomeh M. [Electrocoagulation efficiency in removal of COD from Qom landfill leahate]. Iranian J Health Environ 2012;5:216-26. (Persian)

15. Catalkaya EC, Kargi F. Effects of operating parameters on advanced oxidation of diuron by the Fentons reagent. Chemosphere 2007;69:485-92.

16. Salari D, Niaei A, Khataee A, Zarei M. Electrochemical treatment of dye solution containing C.I. basic yellow 2 by the peroxi coagulation method and modeling of experimental results by artificial neural networks electroanal. Chemosphere 2009; 629:117-25.

17. Neyens E, Baeyens J. A review of classic fentons peroxidation as an advanced oxidation technique. Hazard Mat 2003; 98:33–50.

18. Liu H, XZ Li, Leng YJ, Wang C. Kinetic modeling of electro-fenton reaction in aqueous solution. Water Res2007; 41:1161-7.

19. Liu H, Wang C, Li X, Xuan X, Jiang C, Cui H. A novel electro-fenton process for water treatment: reaction-controlled pH adjustment and performance assessment. Environ Sci Technol 2007;41:2937-42.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.18869/acadpub.sjimu.24.5.31]

20. Mohajeri S, Hamidi AA, Hasnain M, Zahed MA. Statistical optimization of process parameters for landfill leachate treatment using electro-fenton technique. Hazard Mat2010; 176:749-58.
21. Vargas H, Oturan N, Oturan M, Brillas E. Electro-fenton treatments of the pharmaceutical ranitidine in pre pilot flow plant scale. Sep Pur Technol2015;146:127-35.
22.Colades J, Luna M, Su C, Lu M. Treatment of thin film transistor liquid crystal displaywaste water by the Electro-fenton process. Sep Pur Technol2015;145:104-12.
23. Shi Y, Yu HC, Xu DY, Zheng XQ. Degradation of landfill leachate by combined three dimensional electrode and electro-fenton. Adv Mat Res2012;347:440-3.
24. Elaoud SC, Panizza M, Cerisola G, Mhiri T. Coumaric acid degradation by electro-fenton process. Elec Anal Chem2011;667:19-23.
25. Atmaca E. Treatment of landfill leachate by using electro-fenton method. Hazard Mat 2009; 163: 109-14.
26. Albertson OE. Changes in the biochemical oxygen demand procedure in the 21st edition of standard methods for the examination of water and wastewater. Water Environ Res2007;79:453-5.
27. Mahvi AH, Mosreghani M, Karimi K, Shirejian M. [Performance of electro-coagulation process for the removal of heavy metals (copper, zinc and cobalt) from landfill leachate in Tehran]. Ilam Uni Med Sci J 2012; 21:71-9. (Persian)

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.18869/acadpub.sjimu.24.5.31]

Performance of Electro-Fenton Process For the Removal of COD From Landfill Leachate in Tehran

Bina B[1], Yaghmaeian K[2], Meserghani M[1]*

(Received: May 17, 2015 Accepted: December 28, 2015)

Abstract

Introduction: Leachate contamination is one of the major problems caused by landfilling. high concentrations of COD and existence of toxic compounds in landfill leachate and makes it difficult for direct biodegradation. This study aims to optimize the operational parameters of electro-Fenton process for COD removal from landfill leachate in Tehran.

Materials & methods: The experiments were performed at bench scale using a batch reactor. Treatment of landfill leachate by electro-Fenton (E-Fenton) method was carried out in an electrolytic reactor. Moreover, the effect of operations such as reaction time, initial pH, initial H_2O_2 concentration, electrical current on the efficiency of E-Fenton process were investigated.

Findings: The results revealed that (E-Fenton) process can be used for the efficient treatment of landfill leachate applying the proper operating conditions. The best removal efficiency was obtained within 30 min with constant DC current value of 4.9 mA /cm^2, H_2O_2 concentration is 1.5gL^{-1} and the initial pH value is 3. COD removal of 87.2% was obtained in these operational conditions.

Discussion & conclusions: According to the obtained results, E-Fenton technology is able to produce sufficient amounts of advanced oxidants in situ to degrade great COD of leachate. In addition, (E-Fenton) process has been reported as one of the most appropriate pretreatment systems for degradation COD of leachate concentrates. This process improve biodegradability of the landfill leachate.

Keywords: Landfill leachate, Electro-fenton, Advanced oxidation, COD removal, Tehran

1.Dept of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Esfahan University of Medical Sciences, Esfahan, Iran
2. Dept of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
** Correspondin author Email: m_eserghany@yahoo.com*

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.18869/acadpub.sjimu.24.5.31]

Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.18869/acadpub.sjimu.24.5.31]