

کارآیی فرآیند فنتون در حذف دترجنت و بهبود تصفیه پذیری بیولوژیکی پساب صنایع شوینده و پاک کننده

سید علیرضا موسوی : دانشجوی دوره کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انسیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

دکتر امیر حسین محowi: استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انسیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران نویسنده رابط : ahmahvi@yahoo.com

دکتر علیرضا مصادقی نیا: استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انسیتو تحقیقات بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی تهران ، تهران، ایران

دکتر سیمین ناصری: استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط ، دانشکده بهداشت و انسیتو تحقیقات بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

دریافت : ۱۳۸۶/۷/۱۷ پذیرش: ۱۳۸۶/۱۲/۲۶

چکیده

زمینه و هدف: تخلیه فاضلابهای صنایع شوینده و پاک کننده به محیط زیست بدلیل خصوصیات فیزیکو شیمیایی ویژه ای که دارند زیانهای جبران ناپذیری را بهمراه خواهد داشت از طرفی فاضلاب این صنایع از قدرت تصفیه پذیری بیولوژیکی پایین بعلت پایین بودن نسبت BOD_5/COD برخوردار است امروزه فرآیند اکسیداسیون پیشرفته یکی از کارآترین فرآیندهای بکار گرفته شده برای تصفیه این فاضلابها بشمار می رود. هدف از این تحقیق حذف دترجنت آنیونیک، حذف COD و افزایش نسبت COD/BOD این فاضلابها با استفاده از روش اکسیداسیون پیشرفته (فرآیند فنتون) می باشد.

روش کار: این تحقیق یک مطالعه تجربی - آزمایشگاهی می باشد. کارخانه پاکسان به عنوان محل نمونه برداری فاضلاب انتخاب و ۳۰ نمونه مرکب از پساب آن برداشت و از نظر پارامترهای فیزیکو شیمیایی (COD, pH, MBAS, BOD₅) مورد بررسی قرار گرفتند. اکسیداسیون در سیستم بسته در pH ثابت ۳ و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در زمان ۶۰ دقیقه با پنج غلظت مختلف H_2O_2 و سولفات آهن انجام گرفت، سپس برای آنالیز اثر H_2O_2 و Fe^{+2} بر کارآیی حذف COD و MBAS، COD و BOD از آزمون ANOVA یک طرفه استفاده گردید.

نتایج: نتایج نشان می دهد غلظت COD از ۶۲۵۶ تا ۱۳۰۴۰ میلی گرم در لیتر، BOD_5 از ۲۴۵۹ تا ۲۲۰۰ میلی گرم در لیتر و غلظت MBAS در طول دوره مطالعه از ۲۴۵ میلیگرم در لیتر تا ۱۱۲۰ میلی گرم در لیتر متغیر و نسبت BOD_5/COD برابر 0.34 ± 0.09 می باشد. راندمان حذف MBAS با غلظت اولیه ۴۷۰ میلیگرم در لیتر در بالاترین غلظت H_2O_2 برابر ۱۸۰۰ و یون فرو برابر ۳۴۰ میلی گرم در لیتر بیش از ۴۰ درصد در زمان ۶۰ دقیقه می باشد، COD از ۸۷۵۰ میلی گرم در لیتر به ۵۹۹۸ میلیگرم در لیتر کاهش داشت و نسبت BOD_5/COD در نمونه های واقعی از ۰/۳۴۰ به ۰/۳۳۴ مبهمود یافت ($p < 0.05$).

نتیجه گیری: فاضلاب این صنعت دارای مشخصات کیفی با دامنه تغییرات وسیع و بارآلی بالا می باشد و به علت داشتن غلظت بالای مواد کف کننده که نفوذ اکسیژن در فاضلاب را کاهش می دهد و وجود ترکیبات مقاوم به تجزیه بیولوژیکی، بطور مناسب بوسیله سیستم های متداول بیولوژیکی تصفیه نمی شوند لذا روش مناسب برای تصفیه این گونه فاضلابها باید علاوه بر کاهش بارآلی و افزایش نسبت BOD_5/COD مواد کفزا را نیز حذف نماید اکسیداسیون پیشرفته یکی از کارآترین فرآیندها برای تصفیه این فاضلابها بشمار می رود.

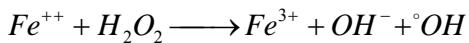
واژگان کلیدی: صنعت، دترجنت، اکسیداسیون پیشرفت، تصفیه بیولوژیکی

مقدمه

وبهداشتی، صنایع نساجی و فرآیندهای شستشو صنایع مختلف می باشد (Papadopoulos et al. 1997). در فاضلاب خام خانگی غلظت LAS بین ۱ تا ۱۵ میلی گرم در لیتر می رسد (Tchobanoglou et al. 2003). در صنایع پاک کننده بیشترین بار آلودگی ناشی از زمان شستشو دستگاهها و راکتورهای فرآیند تولید می باشد که در این حالت غلظت دترجنت در فاضلاب خام به چندین برابر شرایط معمول تولید می رسد (Papadopoulos et al. 1997). در این صنایع به علت بکار گیری مواد با ساختار متفاوت و همچنین تولید انواع گوناگون محصولات یک کمپلکس کاملاً خاص از مواد شیمیایی و طبیعی را در فاضلاب می توان مشاهده کرد. بار آلی بالا و آلاینده های متفاوت، مسائل زیست محیطی خاصی مثل رشد آنگها، ایجاد کف، کاهش کارآیی فرآیندهای تصفیه، Sanz et al. 2001; Madsen et al. 2003 مشکلات حمل و نقل وغیره را به مرار دارد (Papadopoulos et al. 1997). تصفیه این فاضلابها بعلت وجود ترکیباتی با تجزیه پذیری پایین و یا غیر قابل تجزیه مشکل است لذا روشهای بیولوژیکی کارآیی لازم برای تصفیه را نشان نمی دهدن (Papadopoulos et al. 1997). در این مطالعه کارخانه پاکسان با تولید ۳۰٪ از دترجنت کشور که یکی از بزرگترین صنایع تولید دترجنت در ایران می باشد انتخاب گردید (پاکسان ۱۳۸۴). دترجنتهای آنیونیک تصفیه پذیری بیولوژیکی پایینی دارند که علت آن قرار گرفتن آنها در دسته مواد مقاوم به تجزیه بیولوژیکی می باشد اصطلاح مواد مقاوم در برابر تجزیه بیولوژیکی به ترکیباتی اطلاق می شود که وقتی وارد محیط های پذیرنده باز یا بخش های ویژه نظری تصفیه خانه فاضلاب می گردد سرعت جذب سلولی و یا تجزیه آنها در مقایسه با ترکیبات معمولی و طبیعی کمتر است (Bhair 2001). از علل مقاوم شدن ترکیبات آلی، استخلافی است که موجب بودن آمدن کربن سوم یا چهارم می گردد نظری ABS و دیگر دترجنت هایی که دارای مقاومت زیادی در برابر تجزیه بیولوژیکی هستند. گروه کربن چهارم از تأثیر آنزمیهای باکتریایی بر روی نقطه حساس جلوگیری می کند و

سورفاکتانتها یکی از بزرگترین ترکیبات استفاده شده در فرمولاسیون دترجنتها می سنتیک می باشند که بطور وسیعی در جهان دارای مصارف خانگی و کاربردهای صنعتی هستند (محوی و همکاران ۱۳۸۴؛ Salanger 2002). آنها گروه بزرگی از ترکیبات آلی هستند که با داشتن دو قطب، یکی گروه آبدوست (زنگیره الکل) و دیگری گروه آگریر (سولفات سدیم) مشخص می شوند. سورفاکتانتها بر طبق طبیعت خاصی که دارند به چهار دسته آنیونیک، کاتیونیک، نایونیک و آمفوتریک تقسیم می شوند (Madsen et al. 2001; Sawyer et al. 2003) ساخت اولین دترجنت سنتیک، الکل بنزن سولفونات Alkyl Benzene Sulfoanat (ABS) مصرف صابون به دلیل کارآیی بالای ABS در پاک کنندگی، تولید رسوب و ایجاد لکه بر روی البسه رو به کاهش نهاد اما با کشف اثرات ابقایی ABS که ناشی از عدم تجزیه پذیری این ماده سنتیک در محیط بود مصرف آن محدود گردید. تخلیه فاضلاب حاوی غلظت های بالای این ماده در محیط های آبی مشکلات و معضلات زیست محیطی متعددی را در بر داشت. لذا برای حل این مشکل دترجنت دیگری به نام الکل Linear Alkyl Benzene Sulfoanat (LAS) به بازار عرضه گردید که تحت بنزن سولفونات خطی شرایط هوایی دارای قابلیت تجزیه پذیری بیولوژیکی بود (Mahvi et al. 2004). در حال حاضر LAS با بیش از ۱/۸ میلیون تن در سال بیشترین مصرف را در تولید دترجنت در جهان دارا می باشد (Sheng et al. 1999). از طرفی خود این (Kolbener and Baumann 1995) ماده نیز به علت تولید کف و داشتن زنگیره های طولانی گروه الکل و همچنین حلقه بنزنی قابلیت تجزیه پذیری بیولوژیکی سریعی را از خود نشان نمی دهد. منبع اصلی فاضلاب حاوی دترجنت شامل کارخانه های تولید مواد شوینده و پاک کننده، کارخانه های تولید مواد آرایشی

Harry 1998; Munter می دهند (2001).



پراکسید هیدروژن به تنها یی در فرآیندهای تصفیه آب و فاضلاب کاربرد دارد اما با توجه به اینکه بکار بردن آن به همراه یون فرو قدرت اکسید کنندگی پراکسید هیدروژن را به جهت تولید رادیکال هیدروکسیل بیشترافزایش می دهد لذا غلط است هردو این اجزاء برای داشتن یک اکسیداسیون کارآمهم می باشد. با افزایش غلظت آنها فرآیند اکسیداسیون پیشرفت بیشتری خواهد داشت اما باید به این مسئله توجه داشت که اگر نسبت مناسبی بین غلظت آلاینده ها و اکسیدان بکار گرفته نشود باعث مصرف غلظت اضافی از اکسیدان می شود که علاوه بر بالا رفتن هزینه های تصفیه، اضافی اکسیدان نیز می توان بعنوان یک آلاینده وارد محیط گردد. به همین دلیل ضروری است قبل از استفاده از روشهای مختلف تصفیه بخصوص فرآیند های شیمیایی ابتدا در مقیاس آزمایشگاهی نسبتهاي بهينه از اکسیدان به آلاینده خاص و يا بار آلى بدست آيد. تا بتوان تصفیه اي مناسب با حد اقل استفاده از مواد شیمیایی داشته باشيم (Marco et al. 1997). لذا در اين مطالعه تلاش شد کارآئی روش اکسیداسیون پیشرفت به کاربرد فرآیند فنتون در حذف دترجنت آنیونیک، حذف COD و افزایش نسبت BOD₅/COD در پساب صنایع شوینده و پاک کننده مورد بررسی قرار گيرد.

روش کار

پژوهش از نوع مطالعات تجربی- آزمایشگاهی می باشد که بصورت فیلدي و در مقیاس آزمایشگاهی دردو مرحله به شرح زیر انجام گرفت.

۱- بررسی کيفي پساب: در اين تحقیق طی يك دوره پنج ماهه از پساب صنعتی کارخانه پاکسان نمونه برداری انجام گرفت. در طول دوره مطالعه تعداد ۷۲۰ نمونه ساده بصورت ساعتی، جمعاً "۳۰ نمونه مرکب برداشت گردید. نمونه ها تحت شرایط

به همین دليل تجزيه صورت نمی گيرد (Droste et al. 1998). دترجتها را از نظر قابلیت تجزیه بیولوژیکی به دو دسته تقسیم می کنند. دترجتهاي نرم مثل آلكیل سولفاتها، استرها و آمیدها که در اثر تصفیه بیولوژیکی فاضلاب تجزیه شده و ایجاد اشکال نمی کنند و دیگری دترجتهاي سخت مثل آلكیل بنزن سولفونات شاخه ای ABS، آلكیل فتوکسی پلی اتیلن گلیکول جزء این دسته قرار می گيرند (EPA 2005). آلكیل بنزن سولفونات شاخه ای بعلت داشتن شاخه های جانبی گروه متیل و همچنین کربن نوع سوم قابلیت تجزیه بیولوژیکی بسیار پایینی دارد. لذا با روشهای متداول تصفیه بطور كامل حذف نمی شوندو با ورود به آبهای پذیرنده مشکلات خاص زیست محیطی را از جمله مسمومیت آبزیان، آلودگی آبهای زیر زمینی و ایجاد کف بوجود می آورند) EPA 2005 ; حسینی و همکاران (۱۳۸۰). لذا روشهای انتخابی برای تصفیه این گونه فاضلابها باید بصورتی باشد که علاوه بر کاهش بار آلودگی، مواد کفرا را نیز حذف نمایند بنابراین روشهای پیش تصفیه فاضلاب سورفاکтанتها با توجه به تصفیه پذیری بیولوژیکی پایین آنها مورد نیاز می باشد(Schroder et al. 2001). دردهه های گذشته از ناسیون و دیگر روشهای اکسیداسیون، فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفت به عنوان پیش تصفیه بر روی سورفاکتانتها مقاوم مورد بررسی قرار گرفته اند این تحقیقات نشان می دهند که تجزیه پذیری سورفاکتانتهاي مقاوم بوسیله تصفیه با از ناسیون و روشهای فتوشیمیایی افزایش می یابد استفاده از از ناسیون و روشهای فتوشیمیایی برای بهبود تصفیه پذیری بیولوژیکی سورفاکتانتها يك روش پر هزینه است اما يك گزینه دیگر از روشهای اکسیداسیون پیشرفت به که کارآتر و هزینه پایینی دارد فرآیند اکسیداسیون با فنتون است (Farrokhi et al. 2004; Sheng et al. 1999).

در این فرآیند پراکسید هیدروژن H₂O₂ و سولفات آهن (FeSO₄) بعنوان کاتالیست با تولید يك عامل اکسیداسیون قوي (رادیکال هیدروکسیل) مطابق واکنش زیر عمل

$$\text{H}_2\text{O}_{2(\text{mg/L})} = ۶۰۰, ۹۰۰, ۱۲۰۰, ۱۵۰۰, ۱۸۰۰$$

$$\text{Fe}^{2+}_{(\text{mg/L})} = ۱۰۰, ۱۶۰, ۲۲۰, ۲۸۰, ۳۴۰$$

و سپس تاثیر غلظت های مختلف اکسیدان در زمانهای مورد نظر بر روی نمونه ها مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه زمان در انجام فرآیندهای شیمیایی از دو جهت اهمیت دارد یکی اینکه کاهش زمان می تواند افزایش مصرف مواد شیمیایی را به همراه داشته باشد و دیگر اینکه اهداف تصفیه را بدست ندهد و یا اینکه افزایش زمان اکسیداسیون افزایش هزینه ساخت تاسیسات را بهمراه داشته باشد لذا ضروری است در چنین فرآیندهایی زمان بهینه واکنش که می تواند مارا به اهداف تصفیه نزدیک کند مشخص گردد به همین جهت بر طبق مطالعات سنت از قبل زمان اکسیداسیون ۶۰ دقیقه برای این پژوهش مد نظر قرار گرفت. نمونه های فاضلاب خام برای اکسیداسیون در فرآیند فتوتون از کانال ورودی تصفیه خانه پاکسان و با روش نمونه برداری مركب زمانی (۲۴ ساعته) برداشت و با روش های مناسب حفاظت به آزمایشگاه منتقل شدند. ابتدا پارامترهای کیفی فاضلاب خام اکسیداسیون نمونه های pH, T, MBAS, BOD, COD مثل سپس یک لیتر از فاضلاب به داخل ظروف مناسب ریخته شد و pH نمونه ها توسط pH متر اندازه گیری و با اسید سولفوریک یک نرمال روی ۳ تنظیم گردید و مقدار مورد نظر Fe^{2+} به صورت سولفات فرو ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) به محلول اضافه شد و زیر دستگاه جار در دقیقه قرار داده شدن سپس مقدار مناسب از پراکسید هیدروژن ۳۵٪ به نمونه اضافه و در زمان ۶۰ دقیقه اکسیداسیون انجام می گرفت، بعد نمونه ها را برداشت و با استفاده از سود یک نرمال اقدام به خشی سازی نمونه ها در pH (۷ - ۸) گردید و با توجه به روش های استاندارد اقدام به اندازه گیری COD, MBAS و BOD گردید. سپس برای آنالیز آماری داده های بدست آمده از نرم افزار Excel و SPSS استفاده شد و برای آنالیز اثر H_2O_2 و Fe^{2+} بر کارآیی حذف MBAS, COD و ANOVA از آزمون BOD یک طرفه استفاده گردید. در

مناسب به آزمایشگاه دانشکده بهداشت دانشگاه تهران انتقال و از نظر پارامترهای فیزیکوشیمیایی از جمله pH, دما، COD, BOD₅ غلظت دترجنت آنیونیک به روش استاندارد (MBAS) با استفاده از Metilen blue active substanses (PerkinElmer LAMBDA25) اسپکترو فوتومتر مدل (APHA 1998) مورد بررسی قرار گرفتند (APHA 1998). در ضمن آزمایش هر نمونه سه بار تکرار گردید که با توجه به این شرایط ۹۰ مرتبه آزمایش COD و ۹۰ مرتبه آزمایش BOD و ۹۰ مرتبه آزمایش MBAS انجام گرفت جهت اندازه گیری غلظت دترجنت آنیونیک به روش استاندارد MBAS ابتدا منحنی کالیبراسیون تهیه گردید. به این منظور نمونه هایی با غلظتهاي در محدود ۲-۰/۲ میلی گرم در لیتر از محلول استاندارد LAS محصولی از شرکت آکروس (Acros) آمریکا تهیه گردید سپس جذب نور آنها در طول موج ۶۵۲ نانومتر اندازه گیری شد و منحنی کالیبراسیون مطابق شکل ۱ رسم گردید.

-۲- اکسیداسیون نمونه های پساب با فرآیند فتوتون: کارآیی فرآیند تابع عوامل مختلفی از جمله pH, دما، غلظت پراکسید هیدروژن، غلظت آهن و زمان واکنش می باشد. با توجه به اینکه در اکثر مطالعات بهترین pH برای بکار گیری فرآیند محلوده ۲-۵ اعلام شده است و در اکثر موارد از pH برابر با ۳ استفاده شده است لذا در این مطالعه نیز این pH برای تمام نمونه ها استفاده شد. دمای محیط آزمایشگاه ۲۵ درجه سانتیگراد بعنوان دمای آزمایش مد نظر قرار گرفت با توجه به مطالعات انجام گرفته در پژوهش های قبلی و همچنین با استفاده از یک آزمون دامنه یابی درنسبت های $\frac{\text{H}_2\text{O}_2}{\text{LAS}}$ برابر (۰/۰۵, ۱, ۲, ۴, ۸, ۱۰, ۱۵, ۲۰, ۴۰, ۶۰) غلظتهاي مناسب از پراکسید هیدروژن و یون فرو برای انجام مطالعه به شرح ذیل انتخاب گردید.

- اکسیداسیون نمونه‌های پساب: جهت بررسی کارآیی فرآیند فتوتون بر روی نمونه واقعی پساب که از کارخانه پاکسان تهیه گردید ابتدا غلظت اولیه پارامترهای COD، MBAS و BOD_5 پساب اندازه گیری شد که به ترتیب برابر با ۴۷۰، ۸۷۵۰ و ۲۹۲۴ میلی گرم در لیترگزارش شدند، در ضمن نسبت BOD_5 به COD با توجه به غلظت اولیه آنها در پساب برابر ۰/۳۳۴ و دمای حدود ۲۵ درجه تحت فرآیند فتوتون اکسید شدنده که راندمان حذف MBAS با غلظت اولیه ۴۷۰ میلیگرم در لیتر مطابق شکل ۲ در بالاترین غلظت H_2O_2 برابر ۱۸۰۰ و یون فرو برابر ۳۴۰ میلی گرم در لیتر بیش از ۴۰٪ در زمان ۶۰ دقیقه بود براساس شکل ۳ طی فرآیند اکسیداسیون COD از ۸۷۵۰ به ۵۹۹۸ میلی گرم در لیتر و براساس شکل ۴ طی فرآیند اکسیداسیون BOD_5 از ۲۹۲۲ به ۲۰۳۹ کاهش داشت و نسبت BOD_5/COD در نمونه‌ها مطابق شکل ۵ از ۰/۳۳۴ به ۰/۳۴۰ بهبود یافت. اندازه گیری pH بعد از واکنش نشان می‌دهد که pH بعلت تولید مواد حد واسط اسیدی از ۳ به ۲/۶ کاهش می‌یابد که می‌توان برای کنترل فرآیند مورد بررسی قرار گیرد.

بحث

در این کارخانه انواع محصولات با ساختارهای متفاوت فیزیکو شیمیایی تولید می‌شود لذا فاضلاب تولیدی نیز مطابق نتایج آزمایشات انجام گرفته از نظر کیفی تغییرات وسیعی را شامل می‌شود. این نتایج نشان می‌دهد بار آلتی COD بالا و با توجه به واحدهای فعال در کارخانه از ۶۲۵۶ تا ۱۳۰۴۰ متغیر است، همچنین غلظت دترجتهاي با خاصیت کف کنندگی و تجزیه پذیری بیولوژیکی کم در فاضلاب بالاست، علاوه بر آن دما درحدوده ۲۰ تا ۶۵ درجه سانتیگراد و pH با دامنه تغییرات ۵/۴ تا ۱۴ بعلت تغییرات وسیع می‌تواند، بعنوان عوامل باز دارنده در تصفیه بیولوژیکی عمل نمایند، هرچند طی فرآیند اکسیداسیون ۴۰٪ از غلظت دترجنت و

ضمن با توجه به اینکه در طی این آزمایشات عوامل مداخله کننده همچون H_2O_2 در اندازه گیری COD تداخل می‌نمود و مقدار آن را بیشتر از مقدار واقعی نشان می‌داد (هر میلی گرم در لیتر H_2O_2 برابر ۰/۲۷ میلی گرم در لیتر COD) لذا به روش‌های مختلف قبل از اندازه گیری پارامترهای شیمیایی اقدام به حذف H_2O_2 باقی مانده گردید pH نمونه‌ها در محدوده قلیایی ۷-۸ تنظیم گردید که باعث هیدرولیز پراکسید به آب و اکسیژن شد همچنین نمونه‌ها با در پوش مناسب در دمای ۶۰ درجه بمنظور حذف باقی مانده H_2O_2 قرار داده شدند.

نتایج

- بررسی کیفی پساب: مطابق جدول ۱ نتایج آنالیز ۳۰ نمونه مرکب ۲۴ ساعته نشان می‌دهد که فاضلاب صنعتی این کارخانه از نظر مقدار پارامترهای کیفی گستره تغییرات وسیعی را شامل می‌شود که به نوع واحدهای تولیدی فعال در کارخانه بر می‌گردد دمای فاضلاب ۴۰/۸۶±۱۲/۳۱ و pH آن ۱۰/۵۶±۲/۹۶ بود این در حالی است که اگر واحد تولید صابون و یا واحدهای تولیدی دارای pH و دمای بالا فعال بوده و تولید پساب نمایند pH به حدود ۱۴ و دما به حدود ۶۵ درجه سانتیگراد می‌رسد. غلظت COD و BOD_5 MBAS نیز با توجه به نوع تولیدات کارخانه دامنه تغییرات وسیعی را نشان می‌دهد بطوری که گستره غلظت COD از ۶۲۵۶ تا ۱۳۰۴۰ میلیگرم در لیتر و غلظت BOD_5 از ۲۴۵۹ تا ۳۲۰۰ میلیگرم در لیتر در فاضلاب این کارخانه متغیر می‌باشد در این بررسی غلظت MBAS در طول دوره مطالعه از ۲۴۵ میلیگرم در لیتر تا ۱۱۲۰ میلیگرم در لیتر متغیر بود. بطور کلی میانگین نسبت BOD_5/COD بدست آمده از ۳۰ نمونه مرکب ۲۴ ساعته ۰/۳۴ می‌باشد این در حالی است که گستره تغییرات آن در طول دوره مطالعه از ۰/۴۶ تا ۰/۱۸۷ می‌باشد.

شیمیایی و فتوالیتیک (UV/H₂O₂) مورد بررسی قرار دادند، نتایج آزمایش نشان داد که بهترین کارایی حذف در نسبت مولی H₂O₂/LAS برابر ۵۰ می باشد اما در نسبت مولی ۱۵ و pH برابر ۳ تقریباً ۹۰٪ از LAS حذف گردید. در مطالعه آقای شنگ اچ لین (Sheng H.Lin) و همکاران برای حذف دترجتها آئیونی در غلظت (10 mg/l) در شرایط pH = ۳ و H₂O₂ = ۹۰ و Fe²⁺ = ۶۰ میزان حذف LAS و ABS برابر با ۹۵٪ بود. در مطالعه فرخی و همکاران در یک سیستم بسته که در بهینه غلظت فنتون (Fe²⁺ = ۶ mM) pH = ۱/۸ mM و H₂O₂ = ۱/۸ mM مناسب ۳ در زمان ۱۰ دقیقه ۹۹٪ از کلرو فنل تجزیه شد. در این حالت میزان کاهش COD نیز بهبود یافته و به ۷۰٪ رسید. دلیل تفاوت‌های موجود بین نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر با تحقیقات مشابه صورت گرفته مربوط به نوع فاضلاب انتخاب شده، مدت زمان اکسیداسیون، غلظت آب اکسیژن و سولفات آهن مصرفی می باشد. این فاضلاب به علت داشتن غلظت بالایی از مواد کف ساز که نفوذ اکسیژن در فاضلاب را کاهش می دهد و همچنین وجود ترکیبات مقاوم به تجزیه بیولوژیکی که بطور مناسبی تصفیه نمی شوند عملاً باعث عدم کارآیی سیستم های تصفیه بیولوژیکی و متعاقباً باعث مخاطرات زیست محیطی می شوند. لذا پیشنهاد می گردد با بکار گیری روش‌های پیش تصفیه و تصفیه تلفیقی، بار آلی فاضلاب کارخانه پاکسان را کاهش و آن را برای ورود به فرآیندهای بیولوژیکی آماده سازیم. لذا در این مطالعه با بکار گیری فرآیند فنتون در پی رفع این مشکل می باشیم.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان می دهد فاضلاب این صنعت دارای مشخصات کیفی با دامنه تغییرات وسیع و بار آلی بالامی باشد. لذا جهت تصفیه بیولوژیکی فاضلاب کارخانه پاکسان و دیگر صنایع مشابه که دارای واحدهای تولیدی گونا گونی هستند مدیریت و ممیزی فاضلاب از اهمیت

بیش از ۳۰٪ از بار آلی COD کاهش یافت ارتباط بین غلظت و کارآیی حذف در چهار غلظت مختلف پراکسید هیدروژن معنی دار است ($p < 0.05$). اما تغییر چشمگیری در نسبت BOD₅/COD بوجود نیامد که دلیل آن شاید حذف مقداری از مواد قابل تجزیه پذیر بیولوژیکی در فرآیند اکسیداسیون باشد. این نتایج همچنین در مطالعات مشابه به اثبات رسیده است. مطالعه آپاپا دو پولوس نشان می دهد فاضلاب این صنایع دارای دامنه تغییرات pH از ۲/۷ تا ۱۱/۶ و نسبت BOD₅/COD پایین در حدود ۰/۱ می باشد لذا سیستمهای بیولوژیکی کارآیی مناسبی را در تصفیه این گونه فاضلابها از خود نشان نمی دهند. در مطالعه محوی و همکاران پارامترهای شیمیایی فاضلاب این صنایع مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن pH حدود ۱۱ و میانگین ۴۵۵۰ mg/l غلظت COD و MBAS به ترتیب برابر با ۴۳۰ mg/l را نشان می داد (Mahvi et al. 2004). با توجه به این نتایج روش‌های تصفیه متداول کارآیی چندانی در تصفیه پساب این صنایع نشان نمی دهند. لذا پیشنهاد می گردد در مواردی که نسبت BOD₅/COD مناسب نیست با استفاده از روش تصفیه مشترک فاضلاب صنعتی و فاضلاب خانگی این نسبت را اصلاح نموده و یا با بکار گیری روش‌های پیش تصفیه و تصفیه تلفیقی، بار آلی فاضلاب را کاهش و آن را برای ورود به فرآیندهای بیولوژیکی آماده سازیم. بر همین اساس در مطالعات از روش‌های مختلف مثل فرآیند انعقاد، ستون جذب، ازن زنی H₂O₂/UV، فرآیند فنتون برای حذف و یا کاهش LAS دترجتها مختلف مثل دترجتها آئیونی ABS و LAS استفاده شده است در تحقیقاتی که آقای برگن دال (Bergen Dahl) روی کارآئی فرآیند فنتون برای کاهش COD فاضلاب صنعتی انجام داد این فرآیند توانایی کاهش بیش از ۹۶٪ COD را داشت (Bergendahl 2004).

جی-سانز و همکارانش تصفیه محلول ستیک LAS با غلظت ۲۵۰۰ میلی گرم در لیتر را بوسیله اکسیداسیون

۳- به جهت کاهش بیشتر ترجمت آبیونی و بار آلی می‌توان از یک سیستم فنتون دو مرحله‌ای استفاده کرد که در این روش بعد از فرآیند فنتون یک مرحله انعقاد بکار گرفته می‌شود.

۴- در صورت عدم دستیابی به استانداردهای خروجی می‌توان از این فرآیند برای تصفیه نهایی پساب تصفیه خانه استفاده کرد.

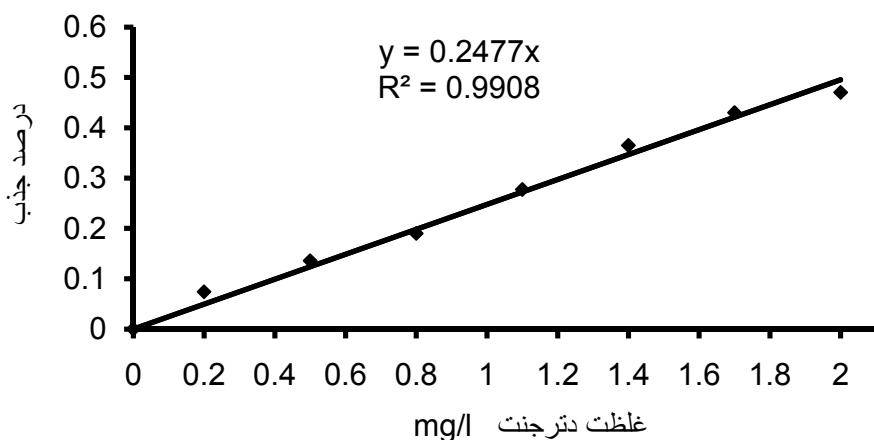
ویژه‌ای بر خوردار است که با کاهش در مبداء و پیش تصفیه جداگانه فاضلاب واحد تولید پودر شوینده و واحد هایی که مواد غیر قابل تجزیه و کف ساز تولید می‌نمایند می‌توان نسبت BOD_5/COD را بهبود بخشید و مشکلات تصفیه بیولوژیکی این فاضلابها را بطور چشمگیری کاهش داد. در این مطالعه کارآیی فرآیند فنتون در حذف دترجتها آبیونیک، کاهش COD و بهبود تجزیه پذیری بیولوژیکی نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت که نتایج مناسبی را نشان داد.

پیشنهادات:

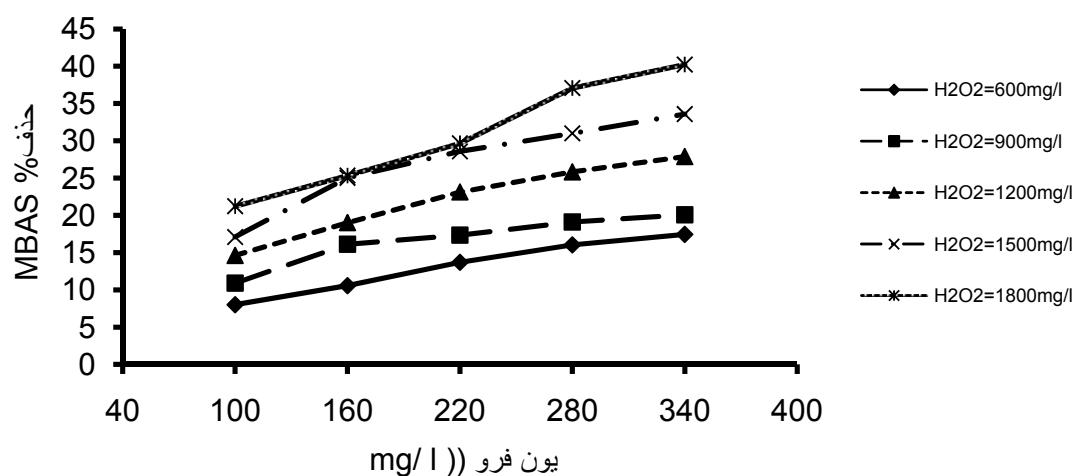
- حمایت از صنایع تولید کننده دترجتها نرم و تشویق صنایع به استفاده از دترجتها نرم در چرخه تولید
- استفاده از سولفات آهن در این مقدار توجیه اقتصادی ندارد لذا بازیابی سولفات آهن در این سیستم ضروری است.

جدول ۱ - محدوده غلظت، میانگین و انحراف معیار پارامترهای کیفی پساب

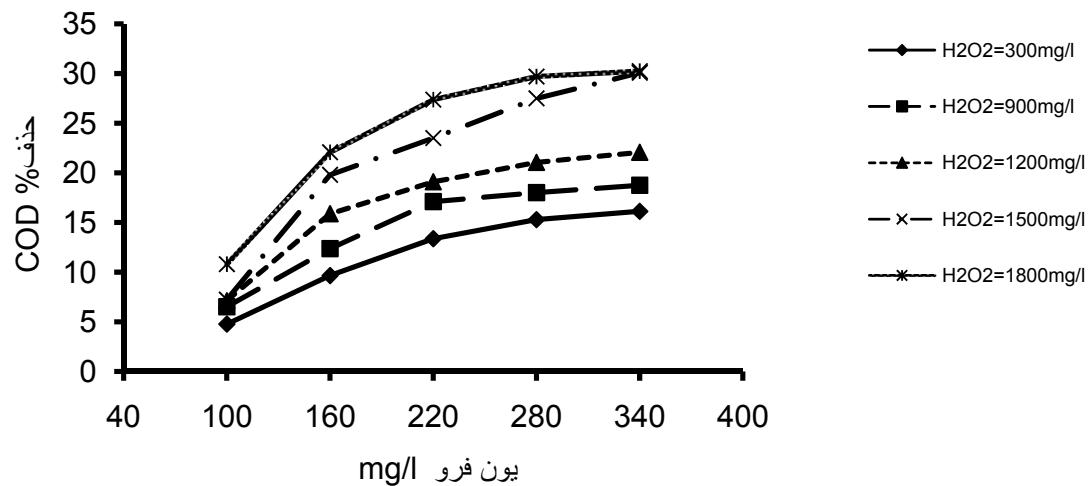
پارامترها	گستره تغییرات غلظت	واحد	تعداد نمونه	تعداد آزمایشات	Mean ± SD
MBAS	۲۳۰-۱۱۷۱	mg/l	۳۰	۱۲۰	۵۵۷/۸±۳۲۹/۴
COD	۶۲۵۶-۱۳۰۴۰	mg/l	۳۰	۹۰	۸۷۹۵±۲۳۱۷
BOD_5	۲۵۹۰-۳۲۰۰	mg/l	۳۰	۹۰	۲۸۲۱±۳۱۲
BOD_5/COD	۰/۱۸-۰/۴۶	-	۳۰	۹۰	۰/۳۴±۰/۰۹
T	۲۰-۶۵	C °	۳۰	۷۲۰	۴۰/۸۶±۱۲/۳۱
pH	۵/۴-۱۴	-	۳۰	۷۲۰	۱۰/۵۶±۲/۹۶



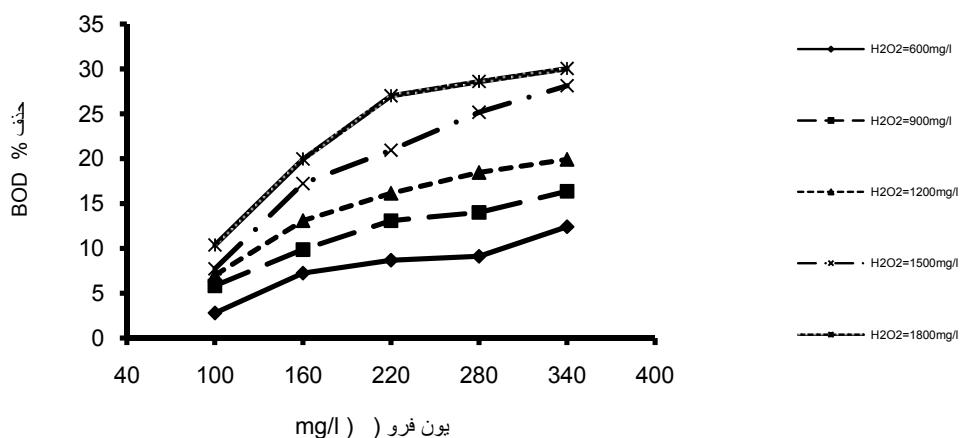
نمودار ۱- منحنی کالیبراسیون جهت اندازه گیری غلوظت دترجنت آنیونیک (MBAS) در نمونه های مجهول $\lambda_{\max}(nm) = 652$



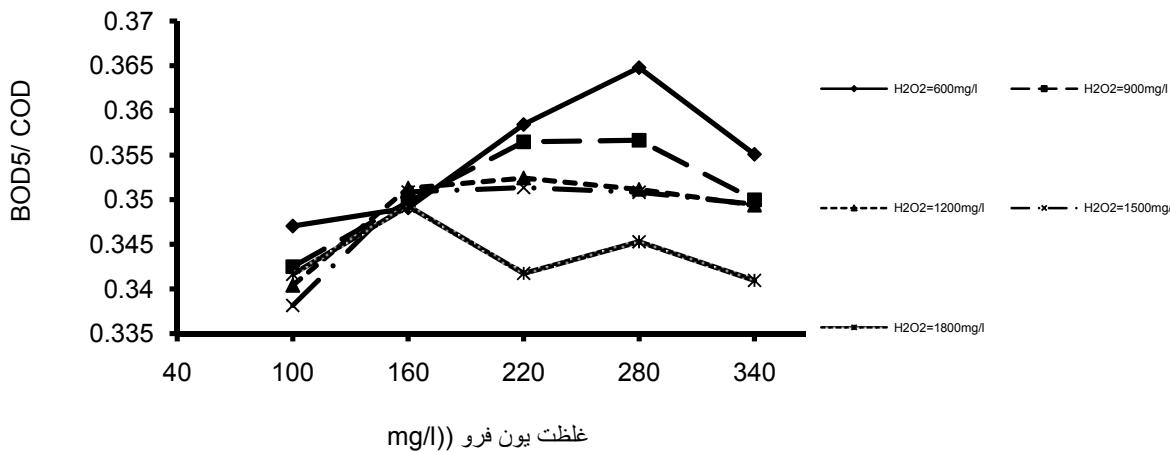
نمودار ۲- راندمان حذف MBAS پساب کارخانه پاکسان با فرآیند فتوان در زمان ۶۰ دقیقه



نمودار ۳- راندمان حذف COD پساب کارخانه پاکسان با فرآیند فتوتون در زمان ۶۰ دقیقه



نمودار ۴- راندمان حذف BOD₅ پساب کارخانه پاکسان با فرآیند فتوتون در زمان ۶۰ دقیقه



نمودار ۵- راندمان بهبود $\frac{BOD_5}{COD}$ پساب کارخانه پاکسان با فرآیند فتوتون در زمان ۶۰ دقیقه

منابع

- biological systems. copyright up datedby calbiochem- Novabiochem corporation.
- Droste, R.L.K., Kennedy, J., Lu, M., 1998. Removal of chlorinated phenol in UP Flow anaerobic sluge blanket reactors, *Wat, Sci, tech*, **38**(8 – 9), pp. 359, 368.
- EPA ., 2005. Detergents. Available from: <http://www.epa.nsw.gov.au/small-business/car-yardsdetergents.htm> [cited 2007 Sep 28]
- Farrokhi, M., Mesdaghinia,A. and Nasseri, S., 2004. Characteristics of Fenton's oxidation of 2,4,6 Trichlorophenol. *Iranian J Env Health Sci Eng*, **1**(1), pp. 12 – 18.
- Harry, M., 1998. Freeman, Standard handbook of Hazardous waste treatment and dispososal, Second Edition, *Mc Graw Hill*, New York, pp. 7 – 54.
- Kolbener, P., Baumann, U., 1995. Linear Alkyl benzene sulfonate (LAS) Surfactant in a Simple to Detect Refractory Organic Carbon (ROC). *J. Environmental Toxicology and Chemistry*, **14**(4), pp.571- 577.
- Madsen, T., Boyd, H., Nylen, D., Pedersen, A. and Simonsen, F., 2001. Environmental
- محوی، ا.م.، هنری ، ح.ر. و موسوی، ع.، ۱۳۸۴. مخاطرات زیست محیطی ناشی از صنایع شوینده و پاک کننده در ایران."فصلنامه پژوهشی دانشکده بهداشت یزد (طلوع بهداشت)، سال چهارم ، شماره اول، صفحه ۵۰-۵۷۰
- حسینی، م.، زینالی دانالو، ن. و میرعلی ا.، ۱۳۸۰. شوینده ها و محیط زیست. تهران ،پژوهشکده توسعه صنایع شیمیایی ایران .
- پاکسان، ۱۳۸۴. وضعیت تولیدات؛ تاریخ دریافت Available from: <http://www.Paksan.com>[cited 2004 Mar 23]
- APHA, AWWA, WPCF., 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association/American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, Washington DC, USA; 20thed, 4, pp.103
- Bergendahl, J., 2004. Application of Advanced oxidation for waste treatment. Drpt. Of civil and Environmental Engineneering, WPI. 2004.
- Bhair, S.M., 2001. Detergents, a guide to the properties and uses of detergents in

- Surfactants, *Waste manage*, **12**(19), pp.125 – 131.
- Sheng, H., Chi, M. and Horng, G., 1999. Operating characteristics and kinetic studies of surfactant wastewater treatment by Fenton oxidation. Elsevier Science, *Wat. Res.* **33**(7), pp.1735-1741.
- Sheng, H., Lin, C.H. and Lin, M., 1999. Operating characteristics and kinetic studies of surfactant wastewater treatment by fenton oxidation, *Wat. Res.* **33**(7), pp. 1735 – 1741.
- Tchobanoglous, G., Burrton, F. and Stensel H.D., 2003. METCALF and EDDY. Wastewater engineering Treatment and Reuse. MC Graw Hill, New York, Forth Edition, pp. 98-99.
Available from: [http://www.epa.sa.gov.au/pdfs/soaps-detergentspdf.\(EPA, South Australia, the Disposal of Soaps and Detergents. EPA 547/04 –\[cited 2007 Apr 28\]](http://www.epa.sa.gov.au/pdfs/soaps-detergentspdf.(EPA, South Australia, the Disposal of Soaps and Detergents. EPA 547/04 –[cited 2007 Apr 28])
- and Health assessment of Substances in Household Detergents and Cosmetic Detergent products, Environmental proj Danish, *EPA*, **615**, pp. 28-35.
- Mahvi, A.H. and Maleki, A., 2004. Removal of Anionic Surfactants in Detergent Wastewater by Chemical Coagulation. *Pakistan Journal of Biological Sciences*; **7**(12), pp. 2222-2226.
- Mahvi, A.H., Vaezi, F. and Alavi, N., 2004. Evaluating GAC for detergent Removal from the Secondary Effluent of Ghods Wastewater Treatment Plant. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **7**(12), pp. 2121-2124.
- Marco, A., Splugus, E. and Saum, G., 1997. How and why combined chemical and biological processes for waste water treatment, *wat, Sci, tech*, **35**(4), pp. 321 – 327.
- Munter, R., 2001. Advanced oxidation processes – current status and prospects, Department of chemistry Engineering, Tallinn ,prco. Estonian Acad. *Sci. chem*, **5082**, pp.59-80.
- Papadopoulos, A., Savvides, C., Loizidou, Haralambous, M. and Loizidou, K.J., 1997. An assessment of the quality and treatment of detergent wastewater. Elsevier Science. *Wat. Sci. Tech.* **36**, pp.2-3, pp. 337-381.
- Salager, J., 2002. Surfactant's types and uses. Fire p booket-E300- attaching aid in surfactant Science and engineering in English .Merida-Venezuela ,Version, **2**, pp. 3.
- Sanz, J., Lombrana, I. and deluis, A., 2003. Ultraviolet-H₂O₂ oxidation of surfactant. Springier-verlag 2003, *J Environ Chem Lett*; **1**, pp. 32-37.
- Sawyer, C., McCarty, P. and Parkin, G.F., 2003. Chemistry for Environmental Engineering and Since. fifth edition, *MC grow-Hill*, pp.252-254.
- Schroder, F.R. and Schmiitt, M.U., 2001. The Effects of wastewater treatment on Elimino tion of anionic surfactants,