مجله سلامت و بهداشت

دوره چهارم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۲، صفحات ۲۴۹ تا ۲۵۹

کارایی فرآیند لجن فعال (هوادهی گسترده) در حذف الکیل بنزن سولفونات خطی (LAS) از فاضلاب شهری- مطالعه موردی: تصفیه‌خانه فاضلاب شهر پاوه

مقداد پیرصاحب[۱]، راضیه خاموطیان*[۱]، عبداله درگاهی[۲]

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران ۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد پارس آباد مغان، گروه بهداشت محیط، پارس آباد مغان، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۸۳۱۸۲۸۱۹۹۲ فکس: ۰۸۳۱۸۲۶۰۰۷ ایمیل: skhamutian@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: سورفاکتانت‌ها ترکیبات شیمیایی آلی هستند که به علت کاهش کشش سطحی آب موجب افزایش قدرت پاک کنندگی آب می‌شوند. LAS از دسته سورفاکتانت‌های آنیونی است که در منابع آب‌های سطحی می‌تواند مشکلات زیست محیطی، به خصوص پدیده اتریفیکاسیون را به وجود آورد، لذا هدف از این مطالعه بررسی کارایی سیستم هوادهی گسترده در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی از فاضلاب شهر پاوه می‌باشد.

روش کار: این مطالعه از نوع توصیفی- مقطعی بود که به مدت ۱۲ ماه در سال ۱۳۸۸ انجام گرفت. نمونه‌برداری از سیستم در ساعت‌های ۸ صبح، ۱۰ صبح و ۱۲/۳۰ ظهر صورت گرفت. به منظور تعیین مقدار LAS از روش متیلن بلو استفاده شد. تعداد کل نمونه‌های برداشتی در طول مطالعه در هر یک از زمان‌های مورد نظر و در بخش‌های ورودی، خروجی و لجن برگشتی به تعداد ۱۰۸ نمونه بود. کلیه شرایط نمونه‌برداری و انجام آزمایش‌ها بر اساس رهنمودهای کتاب استاندارد متد صورت گرفت.

یافته ها: نتایج حاصل از مطالعه نشان داد که کارایی سیستم در حذف LAS، COD و TSS در فصول گرم و در طی ماه‌های فروردین تا شهریور به صورت معناداری بیش از فصل سرد بود ($p < ۰/۰۰۱$). مطابق نتایج، میانگین حذف LAS در فصل زمستان و تابستان به ترتیب برابر با ۹۴/۰۶ و ۹۹/۲۳ درصد به دست آمد. همچنین میزان حذف COD و TSS در فصل زمستان به ترتیب برابر با ۸۹/۱ و ۷۲/۱٪ و میزان حذف این پارامترها در فصل تابستان به ترتیب برابر با ۹۱/۰۶ و ۷۶/۳۶ درصد بود. علاوه بر این ارتباط مستقیمی بین پارامترهای LAS با COD و TSS با ضریب رگرسیون برابر با $R^2 = ۰/۹۸$ وجود داشت.

نتیجه گیری: به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که تصفیه خانه شهرستان پاوه در حذف دترجنت‌های آنیونی در فصول مختلف سال دارای کارایی بالایی می‌باشد. به‌طوری‌که تمامی پارامترهای اندازه‌گیری شده در تمام فصول سال (به جز غلظت LAS در فصل زمستان) با استانداردهای مربوط به مصارف کشاورزی و تخلیه آب‌های سطحی مطابقت داشتند.

واژه‌های کلیدی: آلکیل بنزن سولفونات خطی (LAS)، فرایند لجن فعال، هوادهی گسترده، پاوه

دریافت: ۹۱/۱۱/۲ **پذیرش:** ۹۲/۲/۲۵

مقدمه

سورفاکتانت‌ها عمدتاً از طریق مواد زائد آبکی حاصل از لباسشویی‌های خانگی و سایر عملیات شستشو و نیز از طریق فاضلاب‌های صنعتی به آب و فاضلاب وارد می‌شوند. شوینده‌ها به انواع غیر یونی، آنیونی، کاتیونی و آمفوتری تقسیم می‌شوند که متداول‌ترین آنها انواع آنیونی و غیریونی است (۲،۱). ماده فعال در سطح یا سورفاکتانت‌ها، ترکیبات

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

سازنده، افزودنی‌ها و پرکننده‌ها چهار نوع ماده اصلی شوینده‌ها را تشکیل می‌دهند. سورفاکتانت‌ها در واقع اصلی‌ترین و مهم‌ترین مواد شیمیایی پاک‌کننده‌ها هستند که تقریباً ۵ تا ۳۰ درصد وزن مواد پاک‌کننده را تشکیل می‌دهند (۴،۳). در سال ۱۹۶۰ بیشترین سورفاکتانتی که در مواد پاک‌کننده وجود داشت، آلکیل بنزن سولفانات شاخه‌ای[1] بود که به دلیل مقاومت در برابر تجزیه بیولوژیکی، مشکلات تصفیه فاضلاب را افزایش داد. ولی از سال۱۹۶۷ به بعد مصرف آن در برخی کشورها متوقف شد و به جای آن از آلکیل بنزن سولفونات خطی (LAS)[2] که در برابر تجزیه بیولوژیکی مقاومت چندانی ندارد، استفاده شد (۶،۵). LAS بیشترین کاربرد را در بین سورفاکتانت‌های آنیونی دارد و به مدت ۴۰ سال است که به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرارگرفته است، به‌طوری که مصرف جهانی آن در سال ۲۰۰۳ برابر با ۱۸/۲ میلیون تن بوده است (۷). طبق بررسی‌های انجام شده، سورفاکتانت‌ها در غلظت‌های بیش از میزان استاندارد به طرق مختلف بر محیط زیست تأثیر مخرب می‌گذارند، به‌طور مثال در پژوهشی مشاهده گردید که LAS در غلظت ۰/۰۲ تا ۱ میلی‌گرم در لیتر موجب تخریب سیستم تنفسی در ماهی‌ها، افزایش ترشح موکوس، و کاهش تنفس ماهی‌های گبی می‌شود و همچنین مقادیر ۴۰ تا ۶۰ میلی‌گرم از LAS در خاک موجب کاهش میزان رشد و تولید مثل در کرم‌های خاکی می‌گردد (۱۱-۸). سورفاکتانت‌ها پس از مصرف وارد شبکه‌های فاضلابرو شهری شده و نهایتاً به تصفیه‌خانه فاضلاب می‌رسند. ورود فاضلاب حاوی دترجنت‌ها به تصفیه‌خانه فاضلاب باعث ایجاد اختلال در واحدهای مختلف تصفیه می‌شود (۱۲). LAS از بزرگترین گروه سورفاکتانت‌های آنیونی است که در انواع دترجنت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و با ۹۹-۹۷٪ تجزیه به عنوان یک سورفاکتانت با قابلیت تجزیه بیولوژیکی در نظر گرفته شده است. مقادیر LAS در فاضلاب‌های خانگی در حدود ۲۱-۳ میلی گرم در لیتر به دست آمده است. بر اساس نمونه‌های گرفته‌شده از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری، مقادیر LAS در نمونه‌های پساب حدود ۰/۰۷۱-۰/۰۱۹ میلی گرم در لیتر و در لجن اولیه که به صورت هوازی هضم شده و همچنین در لجن فعال به ترتیب ۴/۳-۲/۱ و ۰/۰۹-۰/۰۸۶ گرم در کیلوگرم و در خاک‌های اصلاح شده با لجن فعال ۴۰/۳-۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم به دست آمده است (۱۵-۱۳). آژانس حفاظت محیط زیست در سال ۱۹۸۹ حداکثر غلظت ثانویه عوامل کف‌کننده را ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر توصیه نموده و سازمان بهداشت جهانی در سال ۱۹۸۴ عنوان نمود که هیچ عامل کف‌کننده‌ای نباید در آب خام وجود داشته باشد. سازمان حفاظت محیط زیست ایران مقادیر استاندارد پساب جهت تخلیه مواد پاک‌کننده به آب‌های سطحی را برابر ۱/۵ میلی گرم در لیتر و جهت تخلیه به چاه جاذب و مصارف کشاورزی و آبیاری را ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر توصیه نموده است (۱۶). تحقیقات نشان داده است که متوسط غلظت LAS در فاضلاب بین ۱۰-۱ میلی‌گرم در لیتر است (۱۷). از عوامل مؤثر در حذف بیولوژیکی LAS در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب می‌توان به دمای محیط، نوع تصفیه، زمان ماند هیدرولیکی، ویژگی و ترکیبات فاضلاب اشاره نمود (۱۸). تصفیه‌خانه‌های فاضلاب از طریق فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی نقش مهمی در حذف این ترکیبات از فاضلاب‌ها دارند. تجزیه‌پذیری بیولوژیکی LAS یک فرآیند مهم در تصفیه و حذف آن از سیستم‌های تصفیه فاضلاب به شمار می‌رود (۱۹،۱۸). LAS تحت شرایط هوازی به زنجیره‌های کوتاه تر و در نهایت به آب و دی اکسید کربن تبدیل می‌گردد. تجزیه آلکیل با اکسیداسیون گروه نهایی متیل (اکسیداسیون- ω) به الکل، آلدئید و اسید

[1] Alkyl Benzene Sulphonate (ABS)
[2] Linear Alkyl Benzene Sulphonate (LAS)

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

کربوکسیلیک شروع می‌شود، که به حضور اکسیژن نیازمند است (۲۰). مرحله دوم در تجزیه LAS، تجزیه گروه سولفونات می‌باشد که به تولید سولفیت منجر شده و می‌تواند در محیط به سولفات اکسید گردد (۱۳). سیستم‌های تصفیه هوازی فاضلاب همچون لجن فعال متداول (ASP)[1]، لجن فعال با هوادهی گسترده، صافی‌های چکنده، برکه‌های اکسیداسیون و تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان (RBC)[2] از جمله فرآیندهای معمولی هستند که جهت تصفیه فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند. بر پایه مطالعات صورت گرفته میزان حذف LAS در فرآیند لجن فعال متداول بین ۹۵ تا ۹۹/۹٪ می‌باشد (۲۲،۲۱). میزان حذف LAS در صافی‌های چکنده در گزارش مربوط به کشورهای اروپایی برابر ۸۹/۱ ٪ تا ۹۹/۱ ٪ و در ایالات متحده به میزان ۸۳٪ بوده است (۲٤،۲۳). همچنین مطالعات گذشته نشان می‌دهد که میزان LAS که توسط لاگون و کانال اکسیداسیون حذف گردیده است حدود ۹۸٪ و میزان حذف در تماس دهنده‌های بیولوژیکی دوار حدود ۹۶ ٪ بوده است (۲۵). در زمینه کارایی حذف LAS در فرآیند لجن فعال گسترده، مطالعات کمتری صورت گرفته است. بر اساس مطالعات انجام شده میزان حذف LAS در فرآیند هوادهی گسترده- لجن فعال بین ۹۵ تا ۹۹ درصد بوده است (۲۶). فرآیند لجن فعال هوادهی گسترده یکی از روش‌های تصفیه فاضلاب است که رژیم جریان هیدرولیکی آن از نوع اختلاط کامل است. حجم لجن تولیدی در این فرایند در مقایسه با سایر فرایندهای لجن فعال کمتر است. علاوه بر این لجن به‌دست آمده از این روش پایدار بوده و به خوبی آبگیری و خشک می‌شود. زمان ماند هیدرولیکی بالای آن، تحمل این فرآیند را نسبت به شوک‌های ناشی از افزایش بار آلی، بیشتر کرده و عمل یکنواخت سازی به خوبی انجام می‌شود (۲۸،۲۷).

هدف از مطالعه حاضر بررسی کارایی سیستم لجن فعال هوادهی گسترده در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی (LAS) از فاضلاب شهر پاوه می‌باشد.

روش کار

این پژوهش از نوع مطالعه توصیفی- مقطعی بود که به‌مدت ۱۲ ماه و در طی سال ۱۳۸۸ از تصفیه‌خانه فاضلاب شهر پاوه نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌گیری به منظور آزمایشات شیمیایی با استفاده از ظروف مخصوص نمونه‌برداری فاضلاب از قسمت‌های ورودی، فاضلاب تصفیه‌شده و لجن برگشتی ثانویه انجام شد. نمونه‌برداری از سیستم در ساعت‌های ۸ صبح، ۱۰ صبح و ۱۲/۳۰ ظهر صورت گرفت. انتخاب این ساعات با توجه به مقادیر دبی ورودی به تصفیه‌خانه بود. بر طبق بررسی صورت گرفته مقادیر دبی حداقل در ساعت ۸ صبح، دبی متوسط حدود ساعت ۱۰ صبح و دبی پیک بین ساعات ۱۲ تا ۲ ظهر رخ می‌داد. با افزایش دبی ورودی میزان COD نیز افزایش می‌یافت به طوری که در ساعات پیک میزان COD نمونه‌ها بیش از سایر زمان‌ها بود. نمونه‌های برداشت شده در مجاورت ظرف حاوی یخ به آزمایشگاه شیمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه منتقل و پارامترهای LAS، COD، TSS، MLSS و MLVSS اندازه‌گیری می‌گردید. به منظور تعیین مقدار سورفاکتانت‌های آنیونی از روش متیلن‌بلو (MBAS) استفاده شد. کلیه شرایط نمونه‌برداری و انجام آزمایش‌ها براساس رهنمودهای کتاب استاندارد متد صورت گرفت (۲۹). در نهایت پارامترهای مورد سنجش در پساب خروجی با معیارها و استانداردهای زیست‌محیطی سازمان حفاظت محیط زیست ایران و رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی برای دفع یا استفاده مجدد از پساب‌ها مقایسه گردید (۳۱،۳۰). تعداد کل نمونه‌های برداشتی در طول مطالعه در هر

[1] Activated Sludge Process
[2] Rotating Biological Contactor

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

یک از زمان‌های مورد نظر (۸ صبح، ۱۰صبح و ۱۲ ظهر) و در بخش‌های ورودی، فاضلاب تصفیه شده و لجن برگشتی ثانویه به تعداد ۱۰۸ نمونه بود. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای Excel و SPSS 17 استفاده شد. برای مقایسه نتایج با مقادیر استاندارد از آزمون آماری T-Test تک گروهی و برای مقایسه میانگین LAS، COD و TSS در فصول و ماه‌های مختلف سال از آزمون آماری ANOVA استفاده گردید.

یافته ها

تغییرات غلظت متوسط LAS، COD، TSS، MLSS و MLVSS در فرآیند مورد مطالعه به تفکیک ماه‌های مختلف سال و مقایسه پساب خروجی با استاندارد محیط زیست ایران در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. همان‌طور که در نتایج آمده است. میانگین غلظت LAS در ورودی، خروجی و لجن برگشتی سیستم به ترتیب برابر با ۳/۹±۱۶/۶، ۰/۱±۰/۵۲ و ۴/۶±۲۱/۹ میلی‌گرم در لیتر (جداول ۱ و ۲) و میانگین غلظت TSS در ورودی و خروجی از تصفیه‌خانه به ترتیب برابر با ۱۰±۲۵۰/۸ و ۶/۶±۳۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. میانگین غلظت COD در ورودی و خروجی به ترتیب برابر با ۳۰±۵۰۲/۴ و ۱۱/۶±۵۲/۷ میلی گرم در لیتر محاسبه شد (جدول۱).

راندمان تصفیه‌خانه در حذف LAS، COD، TSS به تفکیک ماه‌های مختلف سال در نمودار شماره ۱ آورده شده است.

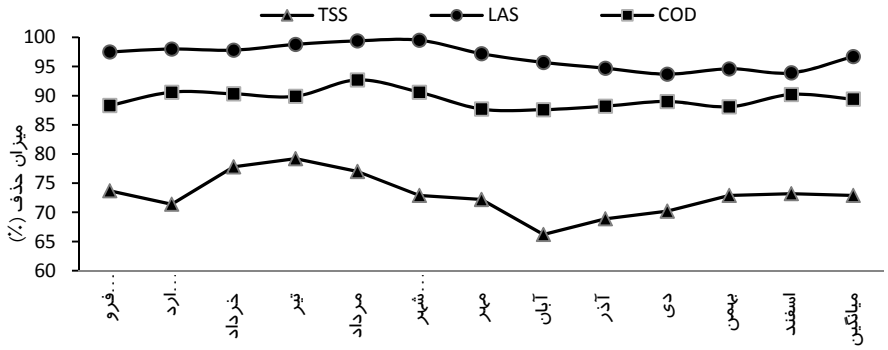
جدول ۱. مقادیرمیانگین غلظتLAS، COD و TSS در ورودی و خروجی از تصفیه خانه فاضلاب پاوه و مقایسه پساب خروجی با استانداردهای تخلیه به آبهای سطحی و آبیاری کشاورزی (واحد تمامی پارامترها برحسب میلی گرم در لیتر می باشد)

ماه / مکان	ورودی			خروجی		
	LAS	COD	TSS	LAS	COD	TSS
فروردین	۱۷/۳±۳/۳	۴۹۸±۲۰/۲	۲۳۶±۱۳/۵	۰/۴۳±۰/۱	۵۸±۱۲/۱	۳۷±۵/۷
اردیبهشت	۱۶/۵±۴/۲	۵۵۵±۳۲/۳	۲۴۹±۱۰/۴	۰/۳±۰/۰۷	۵۲±۸/۳	۳۶/۸±۴/۵
خرداد	۱۸/۵±۲/۱	۵۲۰±۲۴/۴	۲۶۵±۱۷/۷	۰/۴±۰/۰۹	۵۰±۷/۲	۲۹±۴/۷
تیر	۱۷/۳±۵/۴	۵۴۷±۳۰/۸	۲۴۵±۱۴/۶	۰/۲±۰/۰۷	۵۵±۶/۴	۲۴/۸±۵/۶
مرداد	۱۸/۱±۲/۶	۴۹۸±۲۷/۵	۲۶۱±۱۹/۹	۰/۱±۰/۰۴	۳۶±۹/۶	۲۵±۳/۵
شهریور	۱۷±۵/۴	۵۱۲±۲۲/۹	۲۵۷±۱۵/۷	۰/۰۸±۰/۰۳	۴۸±۵/۵	۳۰±۳/۸
مهر	۱۶/۵±۲/۶	۴۴۸±۲۸/۵	۲۲۵±۱۶/۶	۰/۴۵±۰/۰۶	۵۵±۸/۷	۲۸±۴/۴
آبان	۱۵/۵±۳/۲	۴۸۶±۳۳/۶	۲۴۶±۱۵/۵	۰/۶۶±۰/۲	۶۰±۸/۴	۳۳±۶/۳
آذر	۱۴/۸±۵/۵	۴۹۰±۲۱/۵	۲۴۷±۱۶/۴	۰/۷۸±۰/۲	۵۸±۱۱/۸	۲۹±۳/۲
دی	۱۵/۱±۴/۷	۴۸۵±۵۰/۴	۲۵۹±۱۷/۱	۰/۹۵±۰/۲	۵۳±۶/۶	۳۰±۵/۱
بهمن	۱۵/۹±۱/۹	۴۷۸±۴۲/۸	۲۴۹±۲۰/۴	۰/۸۵±۰/۲	۵۷±۷/۴	۲۶±۷/۲
اسفند	۱۶/۵±۴/۱	۵۱۲±۴۵/۶	۲۷۱±۱۰/۷	۱/۱±۰/۰۹	۵۰±۵/۳	۳۱±۵/۲
میانگین	۱۶/۶±۳/۹	۵۰۲/۴±۳۰	۲۵۰/۸±۱۰	۰/۵۲±۰/۱	۵۲/۷±۱۱/۶	۳۰±۶/۶
استاندارد استفاده مجدد در کشاورزی و آبیاری	-	-	-	۰/۵	۲۰۰	۱۰۰
استاندارد تخلیه آبهای سطحی	-	-	-	۱/۵	۶۰	۴۰

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

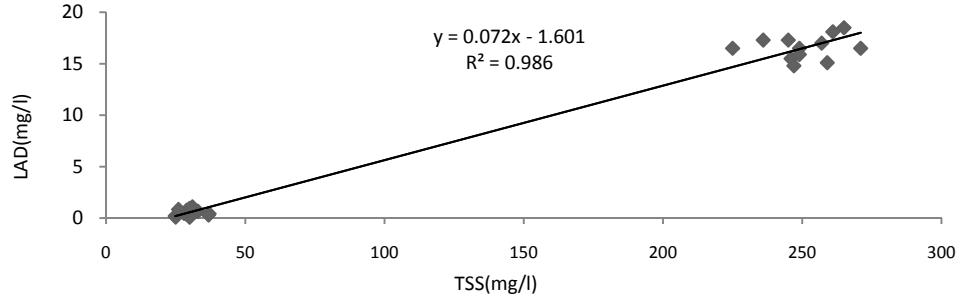
جدول ۲. مقادیر غلظت MLSS، MLVSS و LAS در لجن برگشتی تصفیه خانه پاوه (واحد تمامی پارامترها برحسب میلی گرم در لیتر می باشد)

ماه / آزمایش	MLSS	MLVSS	LAS
فروردین	۳۹۸۰±۳۰۰	۲۷۸۶±۲۳۰	۱۹/۷±۲/٤
اردیبهشت	٤۱۱۲±۵۰۱	۳۲۸۹±۲۰۱	۲۰/٤±۵/۳
خرداد	٤۲۰۰±٤۰۲	۲۹٤۰±۲۳۰	۲۲/۸±۶/۸
تیر	٤۵۸۰±۱۰٤	۳٤۳۵±۳۷۰	۲٤/۶±٤/٤
مرداد	٤۳۵۸±٤۲۰	۳٤۸۶±۱۲٤	۲۳/۸±۵/۵
شهریور	٤٤۳۲±٤۵۰	۳۳۲٤±۳۸۰	۲۶/۸±۷/۷
مهر	٤۵۶۰±۳۲۵	۳۶٤۸±۳۶۰	۲۱/۵±۶/۸
آبان	٤۲۰۰±۲۳۹	۳۳۶۰±۳۱۱	۲۲/۸±۵/۳
آذر	۳۸۹۰±٤۱۸	۲۹۱۷±۱۲۰	۱۹/۵±۹/۳
دی	٤۲۰۰±۲٤۳	۳۳۶۰±۳۶۳	۲۰/۵±۵/٤
بهمن	٤۰۱۰±۳٤۲	۳۲۰۸±۲۸۰	۲۱/۱±۳/۳
اسفند	٤۳۱۷±٤۱۲	۳٤۵۳±۲۰۸	۱۹±۳/۵
میانگین	٤۲۳۶/۵±۲۲۰	۳۲۶۷±۲۶۰	۲۱/۹±٤/۵



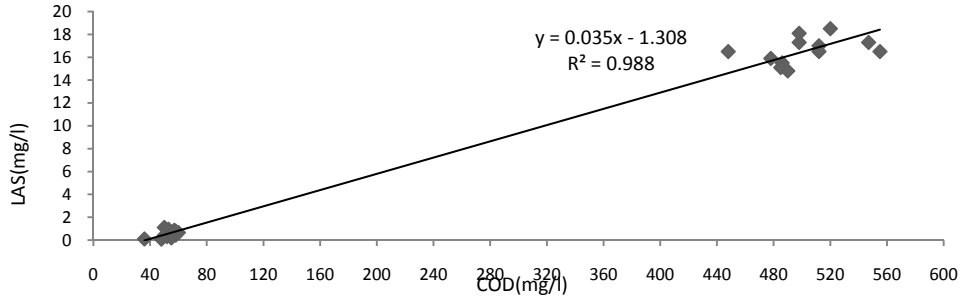
نمودار ۱. میانگین راندمان حذف پارامترهای LAS، COD و TSS توسط سیستم هوادهی گسترده از فاضلاب شهر پاوه

میانگین راندمان حذف LAS، COD و TSS به‌ترتیب برابر با ۹۶/۷±٤/۶٪، ۸۹/٤±٤/۵٪ و ۸۷/۹±۶/۱٪ می‌باشد و تغییرات راندمان سیستم در حذف این پارامترها در ماه‌های مختلف در نمودارهای ۱ آورده شده است. در نمودارهای ۲ و ۳ همبستگی بین غلظت TSS با غلظت LAS و همبستگی بین غلظت COD با غلظت LAS در فاضلاب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر پاوه نشان داده شده است.



نمودار۲. ارتباط بین غلظت TSS با غلظت LAS در فاضلاب تصفیه خانه فاضلاب پاوه

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]



نمودار۳. ارتباط بین غلظت COD با غلظت LAS در فاضلاب تصفیه خانه فاضلاب پاوه

بحث

با توجه به نتایج ارائه شده و انجام آزمون آماری T-Test تک گروهی با استناد به سطح معناداری α=۰/۰۵، می‌توان گفت که میانگین به‌دست آمده برای LAS پساب نهایی در تمام ماه‌های سال با اختلاف معنی‌داری از استانداردهای مربوط به تخلیه آب‌های سطحی کمتر بود، همچنین میزان LAS در تمام ماه‌های سال (به جز سه ماه فصل زمستان)، با اختلاف معنی‌داری از استانداردهای مربوط به مصارف آبیاری کشاورزی کمتر بود (p<۰/۰۰۱).

همچنین با استفاده از آزمون مذکور مشخص شد که مقدار میانگین به‌دست آمده برای TSS و COD پساب نهایی در تمام ماه‌های سال با اختلاف معنی‌داری از استانداردهای استفاده مجدد از پساب در مصارف آبیاری کشاورزی و تخلیه آب‌های سطحی کمتر بود (p<۰/۰۰۱).

نتایج آزمون آماری ANOVA نشان داد که تفاوت معناداری از نظر درصد حذف LAS در فصول و ماه‌های مختلف وجود داشت (p<۰/۰۰۱). بدین ترتیب که در ماه‌های فروردین تا شهریور که دمای هوا بیشتر است، کارایی تصفیه‌خانه نیز در حذف LAS بیشتر می‌باشد. مطابق نتایج به‌دست‌آمده میانگین حذف LAS در فصل پاییز، زمستان، بهار و تابستان به ترتیب برابر با ۹۵/۸۶، ۹٤/۰۶، ۹۷/۷۶ و ۹۹/۲۳ درصد می‌باشد. در زمینه بررسی حذف LAS در فصول مختلف، در گذشته مطالعاتی صورت گرفته است که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد، از جمله در مطالعه‌ای که تاکادا[1] و همکاران انجام دادند، میزان حذف LAS در فصل زمستان کمتر از فصول گرم بود، به طوری که در فصل زمستان این میزان برابر با ۸۰٪ و در فصول گرم برابر با ۹۹٪ بود (۳۲). همچنین مطالعه ابراهیمی و همکاران نشان داد که میزان حذف LAS در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۶۰/۹، ۶۷، ۲۷ و ۳۵/۵ درصد بود (۳۳). دلیل عمده حذف بیشتر LAS در فصول گرم این است که LAS یک ترکیب قابل تجزیه بیولوژیکی بوده و از آنجا که فعالیت میکروارگانیسم‌ها در دمای بالا بیشتر است، بنابراین منطقی به نظر می‌رسد که کارایی حذف LAS و سایر ترکیبات بیولوژیکی در فصول گرم بیشتر باشد. در مطالعه‌ای که توسط اکوف[2] و همکاران صورت گرفت میزان حذف LAS در سیستم لجن فعال به‌طور متوسط برابر با ۹۸٪ به دست آمد (۳٤). همچنین در مطالعه‌ای دیگر که در اسپانیا انجام شد، میزان حذف بیولوژیکی LAS در فرآیند لجن فعال برابر با ۹۲٪ بود. مطالعات نشان داده‌اند در صورتی که بهره‌برداری تصفیه‌خانه در شرایط مطلوبی باشد، دامنه معمول حذف LAS ۹۸٪-۹۷٪ خواهد بود، اما در حالتی که غلظت LAS در ورود به سیستم بالا باشد، کارایی حذف پایین می‌رود (۳۵). همچنین مطالعا ت انجام شده توسط شلهک[3] و هانگ[4] و همچنین ایکرن[1] و نپر[2] بر راندمان

[1] Takada
[2] Eckhoff
[3] Schleheck
[4] Huang

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

حذف LAS در فرآیند لجن فعال نشان داد که میزان حذف LAS بیش از ۹۵ درصد بوده و حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد راندمان به‌روش حذف به‌وسیله تجزیه بیولوژیکی انجام می‌شود (۳۶). تحقیقات محققان آلمانی در مقایسه راندمان حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی در دو سیستم لجن فعال و بستر شناور نشان داد که هر دو فرآیند دارای راندمان حذف بیش از ۹۷ درصد این سورفاکتانت بوده و عمل حذف به‌روش بیولوژیکی مهم‌ترین عامل عنوان گردید (۳۷). در مطالعاتی که توسط ناپ و همکاران (۲۶) انجام شد، کارایی فرآیند لجن فعال هوادهی گسترده در ایالت ویسکانسین[3] آمریکای شمالی مورد ارزیابی قرار گرفت و میزان حذف LAS، ۹۵ الی ۹۹ درصد برآورد گردید. در مطالعه‌ای که در ایران و در شهر تهران انجام گرفت میزان حذف دترجنت آنیونی در فرآیند لجن فعال-هوادهی گسترده بیش از ۹۸ درصد به‌دست آمد (۳۸).

نتایج همبستگی بین پارامترهای LAS و COD و همچنین LAS با TSS در فاضلاب ورودی و خروجی نشان داد که ارتباط مستقیمی بین این پارامترها با ضریب رگرسیون برابر با R^2=۰/۹۸ وجود دارد (نمودار ۲ و ۳). بدین ترتیب که با افزایش میزان COD و TSS میزان LAS نیز افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که دلیل همبستگی بیشتر LAS با COD و TSS این است که بخش زیادی از ساختار LAS یک ترکیب آلی است.

این مسئله به این دلیل است که بخشی از دترجنت جذب TSS شده و بنابراین با افزایش TSS، مقادیر دترجنت و COD نیز افزایش می‌یابد. این متابولیت‌ها ویژگی چربی دوستی داشته و به راحتی جذب جامدات معلق می‌شوند (۳۹). به‌طوری که بر اساس گزارشات موجود ۱۶ تا ۵۳ درصد از دترجنت‌ها جذب جامدات معلق می‌شوند (۴۱،۴۰).

همچنین بر اساس نتایج، کارایی فرآیند مذکور در حذف COD و TSS در فصول گرم و در طی ماه‌های فروردین تا شهریور به‌صورت معناداری بیش از فصل سرد بود (p <۰/۰۰۱). میزان حذف COD و TSS در فصل پاییز به‌ترتیب برابر با ۸۷/۸۳ و ۶۹/۱ درصد، در فصل زمستان به‌ترتیب ۸۹/۱ و ۷۲/۱ درصد، در فصل بهار به‌ترتیب ۸۹/۷۳ و ۷۴/۳ درصد و در فصل تابستان به‌ترتیب ۹۱/۰۶ و ۷۶/۳۶ درصد بود. در مطالعه زرولی و همکاران میزان حذف COD و TSS توسط فرآیند لجن فعال به‌ترتیب ۹۸/۲ و ۹۷/۶ درصد به‌دست آمد (۴۲). همچنین در مطالعه‌ای که جعفرزاده و همکاران در سال ۱۳۸۹ انجام دادند، میزان حذف COD در فرآیند لجن فعال برابر با ۹۶/۶ درصد بود (۴۳). مطالعه محمودیان و همکاران نشان داد که میزان حذف COD و TSS توسط فرآیند لجن فعال به ترتیب ۹۲/۹ و ۸۲ درصد می‌باشد (۴۴). همچنین نتایج آزمایشات مربوط به لجن برگشتی در این تصفیه‌خانه نشان داد که مقادیر غلظت MLSS و MLVSS در تصفیه‌خانه فاضلاب شهر پاوه برابر با ۲۲۰±۴۲۳۶/۵ و ۲۶۰±۳۲۶۷ می‌باشد. بالا بودن غلظت MLSS و MLVSS در تصفیه‌خانه پاوه تأییدی بر مناسب بودن شرایط بیولوژیکی و در نتیجه تشکیل بیشتر فلوک بود که این مسئله خود را در کارایی فرآیند در حذف مواد آلی نشان داد.

نتیجه گیری

به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که تصفیه‌خانه شهرستان پاوه (فرآیند هوادهی گسترده) در حذف پارامترهای مختلف در فصول مختلف سال دارای کارایی بالایی می‌باشد. به‌طوری‌که تمامی پارامترهای اندازه‌گیری شده در تمام فصول سال (به جز LAS در فصل زمستان)، با استانداردهای مربوط به

[1] Eichhorn
[2] knepper
[3] Wisconsin

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

مصارف کشاورزی و تخلیه آب‌های سطحی مطابقت داشتند.

با توجه به اثرات نامطلوب زیست محیطی دترجنت‌ها و همچنین ایجاد مشکلات متعدد ناشی از آنها در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، همچون افزایش بار آلی ورودی، کاهش انتقال اکسیژن و افزایش توان مورد نیاز هواده‌ها؛ پیشنهاد می‌شود که در وهله اول و به عنوان مهم‌ترین اقدام در ارتباط با کاهش مصرف شوینده‌ها فرهنگ سازی صورت گیرد و در مرحله بعدی از روش‌های مختلف تصفیه فاضلاب به‌منظور کاهش مقادیر شوینده‌ها استفاده گردد، که در بین این روش‌ها، فرآیند لجن فعال هوادهی گسترده روشی کارا، مناسب و ارزان به‌ویژه برای جامعه‌های کوچک محسوب می‌شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمانشاه به خاطر تأمین بودجه این پروژه تحقیقاتی به شماره طرح ۸۷۱۰۳ تشکر و قدردانی نمایند.

References

1- Imandel K. Disinfectants and their application in environmental health, Ayeneh Ketab Pub., Tehran, 1996: 128-136.(In Persian)
2- Ebrahimi A. A Study of the removal efficiency of linear Alkyl Benzene Sulphonate (LAS) in fixed bed aeration tank and conventional activated sludge. M.Sc. Thesis, Faculty of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences. 2007: 98- 110. (In Perisan)
3- Torben MD. Environmental and health assessment of substance in household detergents cosmetic detergent products, Environmental Proj. No.615, Danish EPA, D.K. 2001: 67- 92.
4- Eichorn P, Rodrigues SV, Baumann W, Knepper TP. Incomplete degradation of linear alkylbenzen sulfonate surfactant in Brazilian surface waters and pursuit of their polar metabolites in drinking waters. Sci.Total Envirn., 284, 123-134. (2002).
5- Dabiri M. Environmental Pollution, air, water, soil, sound, 1th Ed., Aylar Pub., Tehran. 1997, 124-137. (In Persian)
6- Simco Engineering Group. Technical memorandum No. 2: Secondary treatment option initial review, Class Environmental Assessment Report, Canada. 2005, 67- 82.
7- Hauthal HG. CESIO -Dynamic surfactants and nanostructured surfaces from innovative industry. SOFW-Journal, 2004, 22: 38- 45.
8- Venhuis SH, Mehrvar M. Health effects, environmental impacts, and photochemical degradation of selected surfactants in water. International Journal of Photoenergy. 2004, 6: 115-125.
9- Herbert EA, Steren KD. Effects and fate of Anionic surfactants in household cleaning products. J of Envi Eng. 1994, 10(3): 1091-1097.
10-Chattapadyay DN. Acute Toxicity of Detergents to fish and worm. J of Environ Ecol. 1993, 2(1): 198- 206.
11-Das PK, Konar SK. Influence of mixture of oil and cryptoanionic Detergent of Aquatic Ecosystem, J. Environ Ecol. 1990, 8(3): 834-841.
12-Schoder FR, schmitt MU. The effect of wastewater Treatment of Elimination of anionic Surfactants. J of Surfactant , waste , manage. 2001, 12(19): 125-131.
13-Scott MJ, Jones MN. The biodegradation of surfactants in the environment. J of Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes. 2000; 15 (8): 235-51.
14-Mahvi AH, Alavi Nakhjavan N, Naddafi K. A survey on detergent removal in Qods township wastewater treatment plant based on activated sludge method. J of Ofeghe Danesh. 2004, 10(2): 36-42. (In Persian)
15-Torben MD. Environmental and health assessment of substances in household detergents and cosmetic detergent products, environmental- proj. Danish EPA. 2001; 615.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

16-EPOI. Environmental Protection Organization of Iran, Terms and Environmental Standards. Environmental Protection Organization Publication. 1998, 268-296. (In Persion)
17-Painter HA, Zabel T. The Behavior of LAS in Sewage Treatment.Tenside Surfactant Detergent 1989; 26:108-15.
18-Forter CE. Treatment of Industrial Effluents. New York: Avijiit Dasgupta; 1990, 192- 220.
19-Mungray AK, Kumar P. Fate of linear alkylbenzene sulfonates in the environment: A review. International Biodeterioration & Biodegradation, 2009, 63: 981-987.
20-Mc Avog D.C, Eckholt R. Fate of linear alkylbenzen sulfonate in the environment. Env Tox Chem, 1993, 18(6): 977-989.
21-Berna JL, Ferrer J, Moreno A, Prats D, Ruiz F. The fate of LAS in theenvironment. Tenside Surfactant Detergent, 1989, 26: 101–107.
22-Painter HA, Mosey FE. The question of the anaerobic biodegradability of linear alkylbenzene sulfonatesin CESIO. International Surfactants Congress and Exhibition, London. 1992, 61- 67.
23-Holt MS, Fox KK, Daniel M, Buckland H. LAS and boron monitoring infour catchments in the UK contribution to GREAT-ER. Science of the TotalEnvironmental Science and Technology, 2003, 314: 271–288.
24-Trehy ML, Gledhil WE, Mieure JP, Adamove JE, Nielsen AM, Perkins HO. Environmental monitoring for LAS, DATS and theirbiodegradation intermediates. Environmental Toxicology and Chemistry, 1996: 233–240.
25-OECD. Revised Introduction to the OECD Guidelines for Testing of Chemicals, Degradation and Accumulation, 2006, 161- 179.
26-Knopp PV, Uhren LJ, Rohlich GA, Nichols MS. Field study of the removal of linear alkylate sulfonate detergents by the activated sludge process. Journal of the American Oil Chemists' Society, 1965, 42(10): 867-873.
27-Nadafi K, Yazdanbakhsh A. Sewage treatment. Fardabeh Publication, 1th ed, 2003, 128- 141. (In Persion).
28-Turkian A, Ghalibaf A. Industrial sewage treatment. Publications of industrial city of Tehran with cooperation of Seven Sky, 1th ed, 2001, 205- 225. (In Persion).
29-APHA. AWWA. WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Ed. Washington APHA. 1998, 208- 291.
30-Mara D. Guide for design of stabilization ponds in Iran. Water and Wastewater Eng Co. 1988, 72- 85.
31-Peng JF, Wang BZ, Song Y, Yuan P, Liu Z. Adsorption and release of phosphorus in the surface sediment of a wastewater stabilization pond. J of Eco Eng. 2007, 31, 3192-3197.
32-Takada H, Ogura N. Removal of linear alkylbenzenesulfonates (LAS) in the Tamagawa Estuary. Marine Chemistry. 1992, 37(3-4): 257-273.
33-Ebrahimi A, Ehrampush MH, Samaee M, Ghelmani et.al. evaluation of removal of linear Alkyl benzene sulfonate (LAS) in sewage stabilization ponds in Yazd. Journal of Water and Wastewater, 2010, 4(5): 38-43. (In Persion).
34-Eckhoff W, Rapaport R. Monitoring Linear Alkyl Benzene Sulfonate in the Environment. Environmental Toxicology and Chemistry. 1990, 9(10): 1245-1257.
35-Gonzalez S, Petrovic M, Barcelo D. Removal of a broad range of surfactants from municipal wastewater- Comparison between membrane bioreactor and conventional activated sludge treatment. Chemosphere. 2007, 67: 335-343.
36-Simcoe Engineering Group. Technical memorandum, No.2-Draft, 2004, 161.03.
37-Mortazavi B, Khavanin A, Moussavi G, & Azhdarpoor A. Removal of sodium dodecyl sulfate in an intermittent cycle etended aeration system. Pakistan Journal of Biological Sciences. 2008, 11(2), 290-293.
38-Pakou C, Kornaros K, Stamatelatou G. Lyberatos On the fate of LAS, NPEOs and DEHP in municipal sewage sludge during composting, Bioresource Technology, 2009, 100, 1634-1642.
39-Mcavoy D.C, Dyer S, Fendiger N.J, Eckhoff W.C, Lawrence D.L, Begley W.M. Removal of AE, AES, and LAS in wastewater treatment, Environmental Toxicology and Chemistry.1998, 17, 1705-1711.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

40-Zazouli MA, Ghahramani E, Ghorbanian AlahAbad M, Nikouie A, Hashemi M. Survey of Activated Sludge Process Performance in Treatment of Agghala Industrial TownWastewater in Golestan Province, Iran. J of Health & Environ, 2010, 3(1): 59-66. (In Persian)
41-Jaafarzadeh N, Jorfi S, Yaghmaeian K, Talaie AR, Hashempour Y. Effects of biofilm in improvement of activated sludge efficiency for treatment of industrial effluents containing formaldehyde. 2011, 12 (2): 215 – 221.
42-Mahmudian MH, Fahiminia M, Sepehrnia B, Heidari E, Khalili A, Hoseini S. Survey of Activated Sludge Process Performance in industrial Wastewater treatment. 11 th National Conference on Environmental Health, Zahedan university of Medical science, 2007, 7-9.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

Efficiency of Activated Sludge Process (Extended Aeration) in Removal of Linear Alkyl Benzene Sulfonate (LAS) from Municipal Wastewater - Case Study: Wastewater Treatment of Paveh City

Pirsaheb M[1], Khamutian R[1]*, Dargahi A[2]

[1] Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
[2] Department of Environmental Health Engineering, Parsabad Moghan Branch, Islamic Azad University, Parsabad, Iran

**** Corresponding Author.*** Tel: +988318281992 Fax: +98831826007 E-mail: skhamutian@yahoo.com

Received: 21 Jan 2013 Accepted: 14 May 2013

ABSTRACT

Background & Objectives: Surfactants are organic chemical compounds that increase cleaning power of water through reducing surface tension. Linear alkyl benzene sulfonate (LAS) as an anionic surfactant may cause environmental problems especially eutrophication phenomenon in surface waters. The purpose of this study is to evaluate efficiency of extended aeration process in removal of LAS in Paveh city.

Methods: This descriptive cross-sectional study was carried out for 12 months in 2008. Sampling was done at 8:00 am, 10:00 am, and 12:30 pm. Methylene blue method was used to determine LAS. In total, 108 samples were taken from inlet, outlet, and return sludge during the study. All the sampling and testing methods were performed according to standard method guidelines.

Results: The results showed that efficiency of the system in removal of LAS, COD, and TSS in the warm seasons (i.e. April to September) were significantly higher than the cold seasons (p<0.001). According to the results, the average of LAS removal in winter and summer were 94.06% and 99.23%, respectively. Respective values for removal of COD and TSS were 89.1% and 72.1% in winter and 91.06% and 76.36% in summer. In addition there was a direct relationship between COD and TSS parameters with LAS (R^2=0.98).

Conclusion: It can be concluded that Paveh wastewater treatment has high performance in removal of anionic detergent in different seasons. So that, the parameters measured in all seasons (except concentration of LAS in winter) met the standards set to agriculture and surface water discharges.

Keywords: Linear Alkyl Benzene Sulfonate (LAS); Activated Sludge Process; Extended Aeration; Paveh

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]