

# بررسی راندمان حذف دترجنت‌ها در تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس به روش لجن فعال

دکتر امیر حسین محوی<sup>۱</sup> - مهندس نغمه علوی نخجوان<sup>۲</sup> - دکتر کاظم ندافی<sup>۳</sup>

## چکیده

**زمینه و هدف:** سورفاکتانت‌ها یا عوامل فعال سطحی در واقع مواد شیمیایی آلی هستند که با تجمع در سطح مشترک گاز-مایع یا جامد-مایع، خصوصیات آب را تغییر می‌دهند و با کاهش کشش سطحی آب، عمل پاک‌کنندگی را تسریع می‌کنند. سورفاکتانت‌ها در واقع اصلی‌ترین و مهم‌ترین مواد شیمیایی در دترجنت‌ها هستند که تقریباً ۵-۳۰٪ وزن دترجنت‌ها را تشکیل می‌دهند. با تخلیه مستقیم فاضلاب خام یا پسابهای تصفیه‌شده، دترجنت‌ها به محیط وارد می‌شوند و با ایجاد آلودگی در منابع آب، کیفیت آنها را کاهش می‌دهند و هزینه‌ها را بالا می‌برند. مطالعه حاضر با توجه به حد مجاز تخلیه دترجنت‌ها بر اساس استانداردهای تخلیه پساب برای آبهای سطحی و آبهای زیرزمینی و همچنین مورد استفاده در کشاورزی کنترل کارایی تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس انجام شد.

**روش بررسی:** در این مطالعه تجربی نمونه‌برداری از فاضلاب خام و همچنین پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس در شش هفته و هر هفته شش نمونه انجام شد. مقدار سورفاکتانت‌های آنیونی با روش MBAS (Methylene Blue Active Substances) مشخص و با استانداردها مقایسه گردید.

**یافته‌ها:** بر اساس یافته‌های پژوهش مقدار دترجنت‌ها در فاضلاب خام ورودی به تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس در محدوده ۱/۲۳ تا ۵/۲۳ میلی‌گرم در لیتر و در پساب تصفیه ۰/۰۹۳ تا ۰/۲۶۳ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد. راندمان حذف در این تصفیه‌خانه حدود ۹۳٪ بود.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج این بررسی و مقایسه راندمان حذف بالای دترجنت از فاضلاب و با دستیابی به استاندارد تخلیه فاضلاب به محیط زیست مشاهده می‌شود که مقادیر دترجنت در پساب خروجی کمتر از استاندارد تخلیه به آبهای سطحی و زیرزمینی می‌باشد، بنابراین به تصفیه پیشرفته نیاز نخواهد بود.

**کلید واژه‌ها:** تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس؛ لجن فعال؛ حذف دترجنت‌ها

افق دانش؛ مجله دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی گناباد (دوره ۱۰؛ شماره ۲؛ سال ۱۳۸۳)

<sup>۱</sup> نویسنده مسؤل؛ استادیار گروه آموزشی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشت، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران  
آدرس: تهران- صندوق پستی: ۶۴۴۶-۱۴۱۵۵ تلفن: ۰۲۱-۸۹۵۴۹۱۴ نامبر: ۰۲۱-۶۴۶۲۲۶۷-۰۲۱ پست الکترونیکی: ahmahvi@yahoo.com  
<sup>۲</sup> کارشناس ارشد گروه آموزشی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشت، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران  
<sup>۳</sup> استادیار گروه آموزشی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشت، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران

## مقدمه

اولین دترجنت مصنوعی در سال ۱۹۱۶ در آلمان و در ایالات متحده آمریکا نیز در سال ۱۹۴۶ ساخته شد. کشف دترجنت‌ها در واقع به منظور پاسخگویی به نیاز به عوامل پاک‌کننده غیر صابونی بود که برخلاف صابون با نمک‌های معدنی آب ترکیب نمی‌شوند و ترکیبات نامحلول نمی‌دهند (۲،۱).

در سال ۱۹۶۰ بیشترین سورفاکتانتی که در دترجنت‌ها گزارش شد، آلکیل بنزن سولفونات شاخه‌ای (ABS) بود که به دلیل مقاومت به تجزیه بیولوژیکی مشکلات تصفیه فاضلاب را افزایش داد ولی از سال ۱۹۶۷ به بعد مصرف آن در برخی کشورها متوقف شد و به جای آن از اسیدهای کربوکسیلیک و آلکیل بنزن سولفونات خطی (LAS) که در برابر تجزیه بیولوژیکی مقاومت چندانی ندارد، استفاده شد (۳). امروزه از سورفاکتانت‌های آنیونی به مقدار زیادی استفاده می‌شود ولی در آینده انتظار می‌رود انواع غیر یونی و آمفوتر جایگزین آن شوند.

سورفاکتانت‌ها از نظر ساختمان شیمیایی مولکول‌هایی نسبتاً بزرگ با ساختاری تقریباً مشابه و دو قطبی هستند. هر مولکول منفرد متشکل از یک قسمت آبدوست (هیدروفیل) قطبی و یک قسمت آبگریز (هیدروفوب) غیر قطبی و لیوفیل است؛ بار الکتریکی این دو قسمت نیز متفاوت است و به همین دلیل سورفاکتانت‌ها می‌توانند مواد قطبی و غیرقطبی را جذب کنند. مواد اولیه برای تولید این دو قسمت نیز متفاوت می‌باشند (۴-۶).

منابع نفتی اغلب منابع مهمی برای ساخت سورفاکتانت‌ها هستند و امروزه سورفاکتانت‌ها را از انواع مختلف مواد شیمیایی، مواد نفتی و مواد روغنی و مشتقات آنها می‌سازند. قسمت آبدوست شامل گروه‌های کربوکسیل، هیدروکسیل، سولفات و سولفونات است که برای ساخت آن از تری اکسید سولفور، اسید سولفوریک، اکسید اتیلن، کربوکسیلات، ترکیبات ازته، پلی اکسید اتیلن، سوکروز و پلی‌پیتیدها استفاده می‌شود. قسمت آبگریز نیز معمولاً یک هیدروکربور پارافینی یا اولفین خطی یا شاخه‌ای (هیدروکربن‌ها با ۲۰-۸ اتم کربن) یا مخلوطی از آن دو می‌باشد. معمولاً نفتا و نفت سفید که حاوی  $C_{10}H_{22}$  تا  $C_{15}H_{33}$  می‌باشند، به عنوان بهترین منابع ساخت بخش آبگریز محسوب می‌شوند و

دارای ایزومرهای مختلفی می‌باشند که برحسب نیاز با روش‌های مختلف استخراج می‌شوند (۷-۹).

از آنجا که باکتری‌های فاضلاب قادر به تجزیه بعضی از دترجنت‌ها مانند برخی دترجنت‌های کاتیونی و آلکیل سولفونات‌ها نیستند، این مسأله باعث به وجود آمدن توده‌های کف بر روی سطح دریاچه‌ها و رودخانه‌ها می‌گردد؛ از این رو به منظور جلوگیری از ایجاد مزاحمت و نازیبایی‌های حاصل از پیدایش کف فراوان، کارشناسان بهداشتی، مقررات خاصی را وضع کردند و با اعمال فشار بر سازندگان مواد پاک‌کننده آنها را وادار به تهیه و عرضه محصولات قابل تجزیه نمودند و به این ترتیب سازندگان باید محصولاتی را تولید کنند که اثرات زیست محیطی کمتری داشته باشد و در شرایط بی‌هوازی و بدون تجمع در ارگانسیم تجزیه شوند؛ ولی با وجود دستورالعمل‌های قانونی و به دلیل تصفیه ناکافی فاضلابها یا زمان ماند کوتاه در فرایندهای تصفیه بیولوژیکی، هنوز این ترکیبات و متابولیت‌های حاصل از آنها در آبهای سطحی یافت می‌شوند (۹-۱۱).

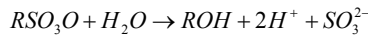
دترجنت‌ها از نظر قابلیت تجزیه بیولوژیکی به دو دسته تقسیم شده‌اند:

۱- دترجنت‌های نرم مانند آلکیل سولفات‌ها، استرها و آمیدها که در اثر تصفیه بیولوژیکی فاضلاب تجزیه می‌شوند و ایجاد اشکال نمی‌کنند و حتی به عنوان مواد مغذی برای رشد باکتری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند و در مقابل اکسایش بیوشیمیایی از خود مقاومت زیادی نشان نمی‌دهند.

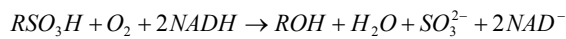
۲- دترجنت‌های سخت مانند آلکیل بنزن سولفونات شاخه‌ای (ABS) (البته ABS قابل تجزیه است ولی سرعت تجزیه بیولوژیکی آن بسیار پایین است) و آلکیل فنوکسی پلی ایتین گلیکول که نه به عنوان ماده مغذی توسط باکتری‌ها مصرف می‌شوند و نه در اکسایش بیوشیمیایی تجزیه می‌شوند و به صورت دست نخورده باقی می‌مانند؛ به این ترتیب با چسبیدن میکروارگانسیم‌ها به طور همزمان به دو اتم کربن زنجیره‌های جانبی با وجود داشتن کربن نوع سوم (کربنی که فقط گروه‌های آلکیل به آن می‌چسبند)، فرایند تجزیه بیولوژیکی این دترجنت‌ها متوقف می‌شود (۴، ۱۲، ۱۳).

مرحله دوم در تجزیه LAS، تجزیه گروه سولفونات است. سه مکانیسم برای تجزیه سولفونات به صورت زیر ارائه شده است (۳):

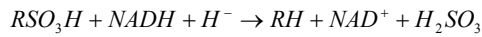
۱- تجزیه سولفونات در آب:



۲- کاتالیز مونواکسیژناز در شرایط اسیدی:



۳- واکنش احیا در تجزیه سولفونات



در صورتی که هر یک از مکانیسم‌های تجزیه LAS غالب شوند، سولفیت تولید می‌شود که می‌تواند در محیط به سولفات اکسید شود. تجزیه گروه آلکیل سولفونات LAS، اسیدهای فنیل استیک یا بنزوئیک را آزاد می‌کند. اکسیداسیون اسید فنیل استیک توسط میکروب‌ها می‌تواند منجر به تولید اسیدهای فوماریک و استواستیک شود (۳).

مرحله سوم تجزیه LAS، شکست حلقه بنزنی است که به اکسیژن مولکولی نیاز دارد و در نهایت می‌تواند به کاتشول (Catechol) تبدیل شود (۳).

به طور کلی دترجنت‌های مصنوعی مانند سدیم آلکیل بنزن سولفونات (ABS) و سدیم N-دودسیل بنزن سولفونات (LAS) به دلیل خصوصیات فیزیکوشیمیایی ویژه خود به مقدار زیاد راندمان سیستم‌های تصفیه فاضلاب و همچنین میزان انتقال اکسیژن به این سیستم‌ها را کاهش می‌دهند که این کاهش انتقال اکسیژن می‌تواند گاهی ۳۰-۴۰٪ راندمان سیستم لجن فعال را پایین بیاورد و از طرف دیگر زمان ماند مورد نیاز فرایند لخته سازی را افزایش و راندمان حذف BOD نهایی را کاهش می‌دهد (۱۶، ۱۷).

بر اساس تحقیقی که به منظور بررسی تجزیه سولفونات آنیونی (ABS) صورت گرفت، از یک سیستم پایلوت لجن فعال استفاده شد. غلظت دترجنت در فاضلاب ورودی در محدوده ۱۵-۵۰۰ میلی‌گرم برحسب ABS و راندمان حذف در این سیستم در محدوده ۶۸-۹۰٪ حاصل گردید (۱۷).

مطالعه حاضر با هدف بررسی راندمان تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس در کاهش دترجنت‌ها انجام شد. لازم به ذکر است که بر روی فاضلاب خام ورودی و پساب خروجی از تصفیه‌خانه، آزمایشهای BOD<sub>5</sub> و COD نیز انجام شد تا ارتباط بین دترجنت

آلکیل بنزن سولفونات خطی (LAS) از بزرگترین گروه سورفاکتانت‌های آنیونی است که در انواع دترجنت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و با ۹۷-۹۹٪ تجزیه به عنوان یک سورفاکتانت با قابلیت تجزیه بیولوژیکی در نظر گرفته شده است. مقادیر LAS در فاضلاب‌های خانگی در حدود ۳-۲۱ mg/l به دست آمده است. بر اساس نمونه‌های گرفته شده از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری، مقادیر LAS در نمونه‌های پساب حدود ۰/۰۷۱-۰/۰۱۹ mg/l (میانگین ۰/۰۳۹ mg/l) و در لجن اولیه که به صورت هوازی هضم شده و همچنین در لجن فعال به ترتیب ۲/۱-۴/۳ g/kg و ۰/۰۸۶-۰/۰۹۹ g/kg و در خاکهای اصلاح شده با لجن فعال ۲/۵-۴۰/۳ mg/kg (میانگین ۲۵ mg/kg) به دست آمده است (۹، ۳).

به طور کلی میزان حذف LAS در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شامل جذب در ذرات لجن (برای تصفیه‌خانه‌های مختلف مقدار جذب ۳-۱۵٪ با حذف کلی ۹۵-۹۹٪ و تجزیه بیولوژیکی ۹۳-۹۷٪ است و میزان حذف آن از فاضلاب در حدود ۸۵٪ گزارش شده است. از آنجا که LAS معمولاً در شرایط آنوکسیک تجزیه نمی‌شوند، بنابراین مقدار آن در لجن فاضلاب در حد g/kg یافت می‌شود ولی در شرایط هوازی تجزیه بیولوژیکی آن به سرعت انجام می‌گیرد (۱۴).

روند تجزیه LAS شامل تجزیه زنجیر خطی آلکیل، گروه سولفونات و در نهایت حلقه بنزنی است. تجزیه آلکیل با اکسیداسیون گروه نهایی متیل (اکسیداسیون -ω) به الکل، آلدئید و به اسید کربوکسیلیک شروع می‌شود. در این واکنشها آنزیم‌ها به وسیله الکان مونواکسیژناز و دو دهیدروژناز کاتالیز می‌شوند. سپس اسید کربوکسیلیک می‌تواند در اثر اکسیداسیون -β، دو اتم کربن به چرخه اسید تری کربوکسیلیک به صورت استیل کوآنزیم A وارد کند. در زنجیره‌های آلکیل شاخه‌ای گروه متیل در یک طرف زنجیره یا زنجیره شاخه‌ای با دی متیل نمی‌توانند به وسیله میکروارگانیزم‌ها در اکسیداسیون β شرکت کنند و تجزیه با کاهش یک اتم کربن انجام می‌گیرد (اکسیدان -α)؛ در تجزیه LAS اکسیداسیون زنجیره آلکیل در گروه متیل نهایی (اکسیداسیون -ω) نیازمند حضور اکسیژن معمولی است (۱۵، ۳).

صورت گرفت و نتایج با استفاده از تریتون ایکس صد به عنوان سورفاکتانت مورد ارزیابی قرار گرفت.

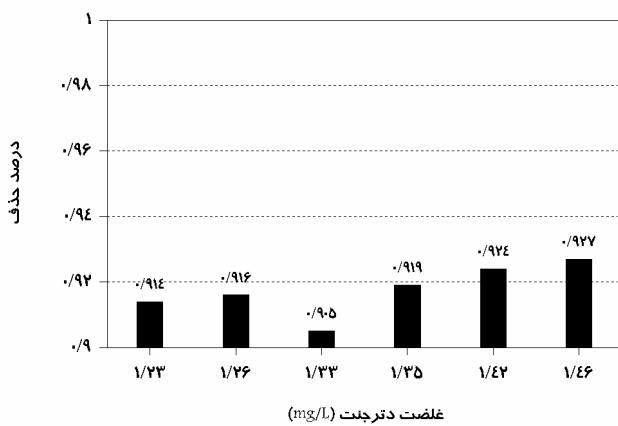
ترکیب معمول فاضلاب خانگی که وارد تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس می‌شود، در جدول ۱ نشان داده شده است.

### یافته‌ها

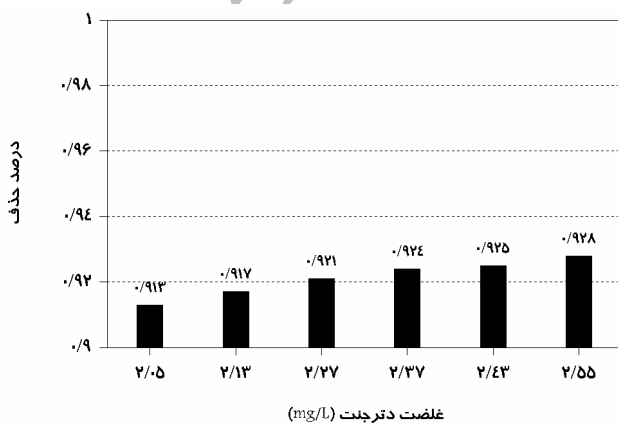
هر مرحله از نمونه‌برداری شش روز و به مدت شش هفته به طول انجامید. میانگین نتایج حاصل از آنالیز فاضلاب خام ورودی و پساب در جدول ۲ ارائه شده است؛ همچنین تغییرات درصد حذف دترجنت‌ها در نمودارهای ۱ تا ۶ نشان داده شده‌اند. جدول ۳ میانگین BOD و COD در فاضلاب ورودی و پساب را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ترکیب معمول فاضلاب خانگی ورودی به تصفیه‌خانه

آلاینده	COD	BOD	TKN	TSS	Tot. P	دترجنت‌ها
غلظت (mg/l)	۴۱۷	۲۳۰	۴۸	۲۵۵	۱۶	۲/۸۵



نمودار ۱- تغییرات درصد حذف دترجنت از فاضلاب شهری در مرحله اول



باقیمانده و مواد شیمیایی و آلی باقیمانده در پساب نیز بررسی شود.

### روش بررسی

در این مطالعه تجربی از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس در شش هفته نمونه برداری شد (هر هفته شش نمونه) و مورد آزمایش قرار گرفت.

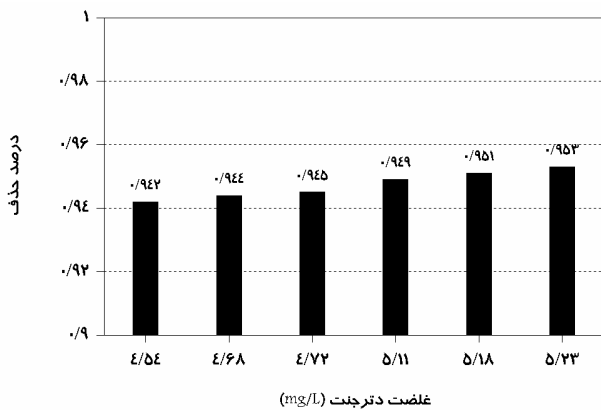
تصفیه‌خانه در سال ۱۳۶۸ احداث و در سال ۱۳۷۴ به بهره‌برداری رسید و مناطق ۲ و ۵ شهر تهران را با مساحت ۷۰۰ هکتار و جمعیت ۸۵۰۰۰ نفر تحت پوشش قرار داده است. به هنگام طراحی، سرانه مصرف آب LPCD در ۳۵۰-۴۰۰ در نظر گرفته شد؛ از این رو قابلیت تحت پوشش قرار دادن جمعیتی تا ۱۳۰۰۰۰ نفر را دارا می‌باشد. ظرفیت طراحی تصفیه‌خانه  $3,000 \text{ m}^3/\text{d}$  حداکثر جریان فاضلاب ورودی  $220 \text{ L/S}$  است. این تصفیه‌خانه دارای چهار حوض ته‌نشینی اولیه، چهار حوض هوادهی و هشت حوض ته‌نشینی ثانویه می‌باشد.

به منظور تعیین مقدار سورفاکتانت‌های آنیونی از روش Methylene Blue Active Substances (MBAS) استفاده شد. این روش بر اساس تشکیل یک ملح آبی رنگ در هنگام واکنش متیلن بلو با سورفاکتانت‌های آنیونی می‌باشد. این ملح در کلرفرم محلول است و شدت رنگ حاصله در مرحله آلی، بعد از انجام عمل استخراج با غلظت اولیه دترجنت در آب یا فاضلاب متناسب است؛ سپس شدت رنگ حاصله با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۵۲ نانومتر اندازه‌گیری می‌شود.

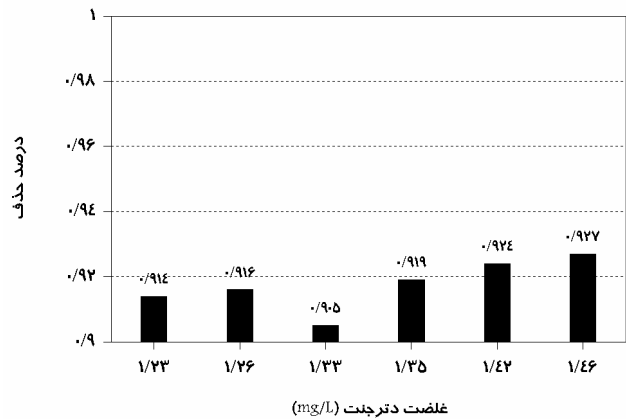
جداسازی سورفاکتانت‌های غیر یونی از نمونه‌های فاضلاب خام و تصفیه شده و مایعات تصفیه شده از طریق استخراج با استات اتیل انجام شد؛ به این ترتیب که ۶۰ گرم کلراید سدیم و ۰/۲ گرم هیدروژن کربنات سدیم در ۲۰۰ میلی‌لیتر نمونه صاف شده، حل شد. بعد از آن محلول با دو برابر استات اتیل استخراج گردید (حجم کل به ۵۰ میلی‌لیتر رسید)؛ مرحله استات اتیل حاوی سورفاکتانت غیر یونی، ۱۰-۳۰ قسمت اکسید اتیلن دارد.

تعیین غلظت کل سورفاکتانت‌های غیر یونی در محلول‌های استات اتیل نیز به روش غیر مستقیم تنسامتریک (Tensametric)

نمودار ۵- تغییرات درصد حذف دترجنت از فاضلاب شهری در مرحله پنجم



نمودار ۲- تغییرات درصد حذف دترجنت از فاضلاب شهری در مرحله دوم

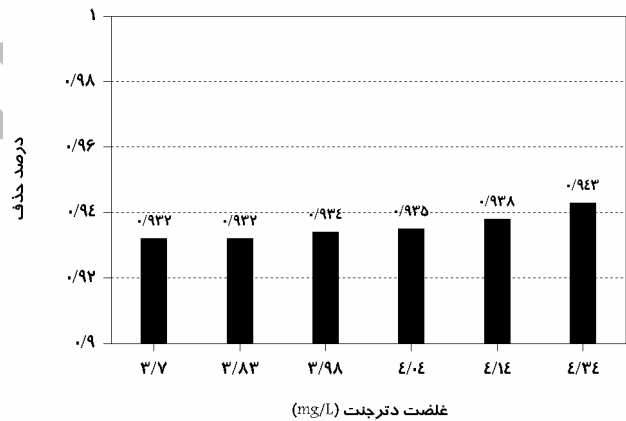


نمودار ۶- تغییرات درصد حذف دترجنت از فاضلاب شهری در مرحله ششم

جدول ۲- مقادیر دترجنت در فاضلاب خام و پساب و مقایسه راندمان حذف در تصفیه فاضلاب (مرحله اول)

نمونه	دترجنت MBAS، mg/l		راندمان تصفیه
	فاضلاب خام	پساب	
۱	۱/۳۴	۰/۱۱۰	۹۱/۷
۲	۲/۳۰	۰/۱۷۹	۹۲/۱
۳	۱/۴۶	۰/۱۱۷	۹۱/۹
۴	۳/۸۳	۰/۲۶۰	۹۳/۲
۵	۴/۹۱	۰/۲۵۷	۹۴/۷
۶	۳/۰۷	۰/۲۲۷	۹۲/۵

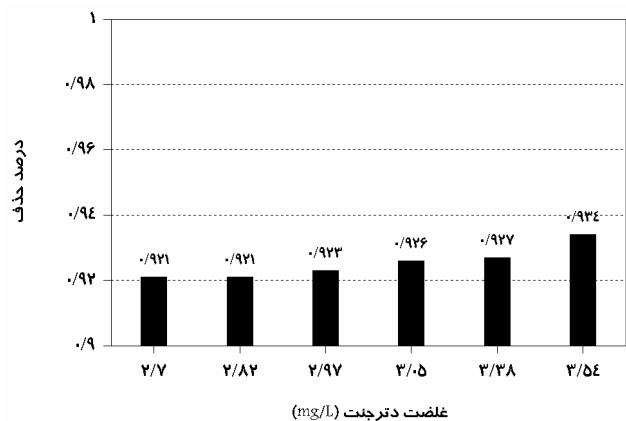
نمودار ۳- تغییرات درصد حذف دترجنت از فاضلاب شهری در مرحله سوم



جدول ۳- میانگین مقادیر BOD<sub>5</sub> و COD در فاضلاب خام ورودی و راندمان حذف آن در تصفیه‌خانه فاضلاب

آلاینده	فاضلاب خام	پساب	راندمان حذف
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	۲۰۲	۱۸	۹۱/۱
COD (mg/l)	۲۸۳/۲	۲۲/۸	۹۱/۹

نمودار ۴- تغییرات درصد حذف دترجنت از فاضلاب شهری در مرحله چهارم



بحث و نتیجه گیری

نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که در فاضلاب خام ورودی مقادیر دترجنت در مراحل اول تا ششم نمونه‌گیری به ترتیب برابر بود با ۱/۲۳-۱/۴۶، ۲/۱۳-۲/۵۵، ۳/۱۷-۳/۱۰، ۴/۳۴-۳/۱۰، ۵/۲۳-۴/۵۴ و ۳/۵۴-۲/۷۰ میلی‌گرم در

لیتر MBAS. مقادیر دترجنت در پساب خروجی از تصفیه‌خانه در مراحل اول تا ششم نمونه‌گیری به ترتیب برابر ۰/۱۲۶-۰/۱۰۵، ۰/۱۷۶-۰/۱۸۳، ۰/۱۰۸-۰/۱۳۱، ۰/۲۴۷-۰/۲۶۳، ۰/۲۴۵-۰/۲۶۳ و ۰/۲۱۳-۰/۲۴۶ و ۰/۲۱۳-۰/۲۴۶ میلی‌گرم در لیتر MBAS به دست آمد.

راندمان حذف دترجنت در تصفیه‌خانه شهرک قدس با سیستم لجن فعال در مراحل اول تا ششم نمونه‌برداری به ترتیب عبارت بود از: ۹۲/۷-۹۰/۵، ۹۲/۸-۹۱/۳، ۹۲/۸-۹۰/۳، ۹۴/۳-۹۳/۲، ۹۵/۳-۹۴/۲ و ۹۳/۴-۹۲/۱٪

به این ترتیب با مقایسه راندمان حذف بالای دترجنت از فاضلاب در سیستم لجن فعال و با دستیابی به استاندارد تخلیه به محیط زیست مشاهده می‌شود که مقادیر دترجنت در پساب خروجی کمتر از استاندارد تخلیه به آبهای سطحی (۱/۵ mg/l) و

### منابع:

۱- دبیری اصفهانی م. پتروشیمی، تهران: سپهر، ۱۳۶۴.

2- <http://www.cleaning101.com/cleaning/history/>

3- Scott, MJ, Jones MN. The biodegradation of surfactants in the environment. *Bochimica Acta*. 2002; 15 (8): 235-51.

۴- ایماندل ک. گندزداها و ضدعفونی‌کننده‌ها و کاربرد آنها در بهداشت محیط زیست، تهران: آینه کتاب؛ ۱۳۷۵.

۵- دبیری م. آلودگی محیط زیست، هوا- آب- خاک- صوت. چاپ اول، تهران: اتحاد؛ ۱۳۶۴.

6- [http://www.mst.dk/udgiv/publications/2001/87-7944-595-9/forord\\_eng.htm](http://www.mst.dk/udgiv/publications/2001/87-7944-595-9/forord_eng.htm)

7- <http://www.cleaning101.com/cleaning/chemistry/soapchemistry2.html>.

8- <http://www.suncitysoap.com/chemistry3.html>

9- Torben MD. Environmental and health assessment of substances in household detergents and cosmetic detergent products, environmental- proj. Danish EPA. 2001; 615.

10- Scroder HF. Surfactants- standard determination methods. *Wat Sci Technol* 2000; 42 (7): 391-98.

11- Redisher RG. Surfactant Biodegradation. New York: Marcel- Decker; 1990: 663-83.

12- Babit SM, Mody HD. Textile Industry wastewater effects. *Water Sewage* 1994; 11(4): 98-102.

13- <http://www.zetatalk.com/health/theal17C.htm>.

14- Forter CE. Treatment of Industrial Effluents. New York: Avijiit Dasgupta; 1990.

15- Mc Avog DC, Eckholt RA. Rapaprt, fate of linear alkylbenzen sulfonate in the environment. *Env Tox Chem*. 1993; 18 (6): 977-89.

16- <http://www.huntsman.Com/surface-sciences/showpage.cfm?pageID=706>

17- Ludwig HF. Evaluation the use of Anionic Detergents (ABS). *Water Res Watrag* 1998; 22 (2): 58-90.