

ارزیابی کارایی واحدهای مختلف تصفیه‌خانه آب تهرانپارس در حذف TOC

نادر سلمانی خاص^{۱*}، غلامرضا نبی بید هندی^۲

۱- کارشناس ارشد محیط‌زیست دانشگاه تهران، عضو هیئت علمی دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور

۲- دانشیار و رئیس دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۴/۰۴/۲۵، تاریخ تصویب: ۱۳۸۵/۰۶/۲۳)

چکیده

از آنجایی که بخش اعظم آب شرب تهران از منابع آب‌های سطحی بوده و عمل تصفیه آب توسط تصفیه‌خانه‌هایی که دارای فرآیند متعارف می‌باشند صورت گرفته و در طراحی و ساخت اینگونه تصفیه‌خانه‌ها اصولاً واحدهایی برای حذف مواد ریز آلاینده‌های آلی در نظر گرفته نشده است. بنابراین، آگاهی از وضعیت فعلی تصفیه‌خانه در خصوص میزان حذف مواد آلی امری لازم و ضروری است بنابراین میزان مواد آلی ورودی به تصفیه‌خانه‌ها با تکیه بر شاخص TOC و همچنین درصد حذف آن در هر واحد به طور جداگانه در طی مدت نمونه‌برداری از اردیبهشت تا مهر ماه اندازه‌گیری شد و براساس نتایجی که از این تحقیق به دست آمد مشخص شد که درصد حذف TOC در واحد زلال‌ساز نسبت به سایر واحدها بیشتر است. که این مسئله نشان می‌دهد که بخش عمده مواد مولد TOC به صورت معلق و یا وابسته به مواد معلق است که در واحد زلال‌ساز توانسته‌اند از آب جدا شوند علیرغم این موضوع، با توجه به میانگین غلظت مواد آلی خروجی از تصفیه‌خانه باید تغییراتی در تصفیه‌خانه‌های متعارف صورت پذیرد با توجه به اینکه در اغلب تصفیه‌خانه کشور منجمله همین تصفیه‌خانه عمل گندزدایی اولیه به صورت پیش کلرزنی صورت می‌گیرد. تشکیل فرآورده‌های جانبی حاصل از گندزدایی منفی نیست بنابراین راه‌حلی در این خصوص ارائه شده است. همچنین مقایسه‌ای بین میزان TOC در پس‌آب حاصل از شستشوی صافی‌ها و آب خام صورت گرفته است.

کلید واژه

تصفیه‌خانه آب، کل کربن آلی TOC، کلرزنی، ترکیبات جانبی حاصل از فرآیند گندزدایی DBP.

سرآغاز

در آنها طراحی نشده است اهمیت موضوع را دو چندان می‌کند در این تحقیق ابتدا سعی شده کارایی هر واحد به طور جداگانه و در ادامه کارایی کل تصفیه‌خانه در حذف مواد آلی مورد ارزیابی قرار گیرد که در نهایت با انجام آزمایشاتی که صورت گرفت نشان داده شد که واحد ته‌نشینی کارایی بیشتری نسبت به سایر واحدها دارد و این هم دلیلی بر این موضوع است که بخش اعظم مواد آلی ورودی به شکل مواد معلق و یا وابسته به مواد معلق بوده که توانسته‌اند در واحد انعقاد و لخته‌سازی در حین تشکیل فلوک‌ها در لخته‌ها قرار گیرند و سپس در واحد ته‌نشینی از آب جدا شوند.

ضرورت انجام تحقیق

در سه دهه اخیر رشد بی‌رویه جمعیت و مهاجرپذیری شهر و استان تهران و در نتیجه توسعه چشمگیر جمعیت حوالی تهران و ایجاد شهرک‌های اقماری جدید، مراکز تفریحی و اجتماعات، ساخت ویلاها و ... در حریم منابع حیاتی آب منطقه و تخلیه روزانه هزاران مترمکعب فاضلاب شهری، زهاب کشاورزی، فاضلاب صنعتی - زباله و نظایر آنها به منابع پذیرنده از جمله رودخانه‌ها، تهدیدی جدی در جهت نابودی کیفی این منابع ارزشمند شده و تحقیقات انجام شده اخیر نشان می‌دهد که اگر

استفاده بی‌رویه از منابع آبی و تخلیه بخش اعظم پس‌مانده‌های حاصل از فعالیت انسانی به داخل این منابع باعث آلودگی‌های مختلف آن شده است و گسترش روزافزون صنایع شیمیایی و ورود مواد آلی مقاوم به محیط، منابع آبی و در نتیجه سلامت مصرف‌کنندگان آبی را تهدید می‌کند.

آب‌های طبیعی دست نخورده حاوی مواد آلی می‌باشند که این مواد ماحصل تجزیه گیاهان و دیگر موجودات زنده است. مهم‌ترین این ترکیبات عبارتند از مواد هیومیک، تانن‌ها، لینگین‌ها، فنلیک‌ها، آمینو اسیدها، هیدروکربن‌ها و اسیدهای چرب که از این میان مواد هیومیک به عنوان مواد پیش‌ساز تری‌هالومتان‌ها به ویژه در مواردی که روی آب خام ورودی عمل ضد عفونی اولیه توسط کلر صورت می‌گیرد مورد توجه زیادی است (Degremont, 1997).

آگاهی از وضعیت فعلی یا موجود تصفیه‌خانه به منظور حذف مواد آلی خصوصاً زمانی که این آب‌ها به منظور انجام عمل تصفیه به تصفیه‌خانه‌هایی می‌رسد که متعارف بوده و یا بر پایه حذف کدورت طراحی شده‌اند و یا اصولاً واحدهایی صرفاً به منظور حذف مواد آلی

روش تحقیق

طی مدت ۶ ماه (از اردیبهشت تا مهر ماه سال ۱۳۸۰) در تصفیه‌خانه چهارم تهرانپارس با انجام آزمایشات TOC روی نمونه‌های ورودی و خروجی هر واحد و همچنین آب خام ورودی و خروجی از تصفیه‌خانه جهت ارزیابی عملکرد واحدها و همچنین تصفیه‌خانه در حذف TOC صورت پذیرفت و ضمناً اندازه‌گیری آن هم (TOC) براساس روش استاندارد ۵۳۱۰B به به طریق جذب CO₂ توسط اشعه فرو سرخ غیر قابل پراکنش انجام شد. به همین منظور محل‌های نمونه‌برداری در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. با توجه به نتایج حاصله کارایی هر واحد و در کل تصفیه‌خانه مذکور در حذف TOC مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج تحقیق

نتایج آزمایشات انجام شده در این پروژه برای رسیدن به اهداف تحقیق در شکل‌های شماره ۲ تا ۶ و جداول شماره ۱ و ۲ قرار گرفته است.

بحث

با توجه به نتایج ملاحظه می‌شود محدوده غلظت TOC آب خام ورودی از ۵/۰۴ تا ۹/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر در مدت زمان نمونه‌برداری متغیر می‌باشد و این خود بیانگر این موضوع است، که منابع آب تأمین‌کننده این

حرکتی سریع و بسیار جدی برای نگهداری و محافظت از منابع آب یاد شده آغاز نشود، مشکلی جدی برای محیط‌زیست به ویژه رودخانه‌ها و منابع آب تهران به وجود می‌آید.

بنابراین، تحقیقی جدی در تعیین میزان آلاینده‌های ورودی و درصد حذف آنها در واحدهای مختلف تصفیه‌خانه و همچنین مقایسه کیفیت خروجی با استانداردهای موجود آب شرب لازم به نظر می‌رسید.

اهداف تحقیق

اهداف تحقیق را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

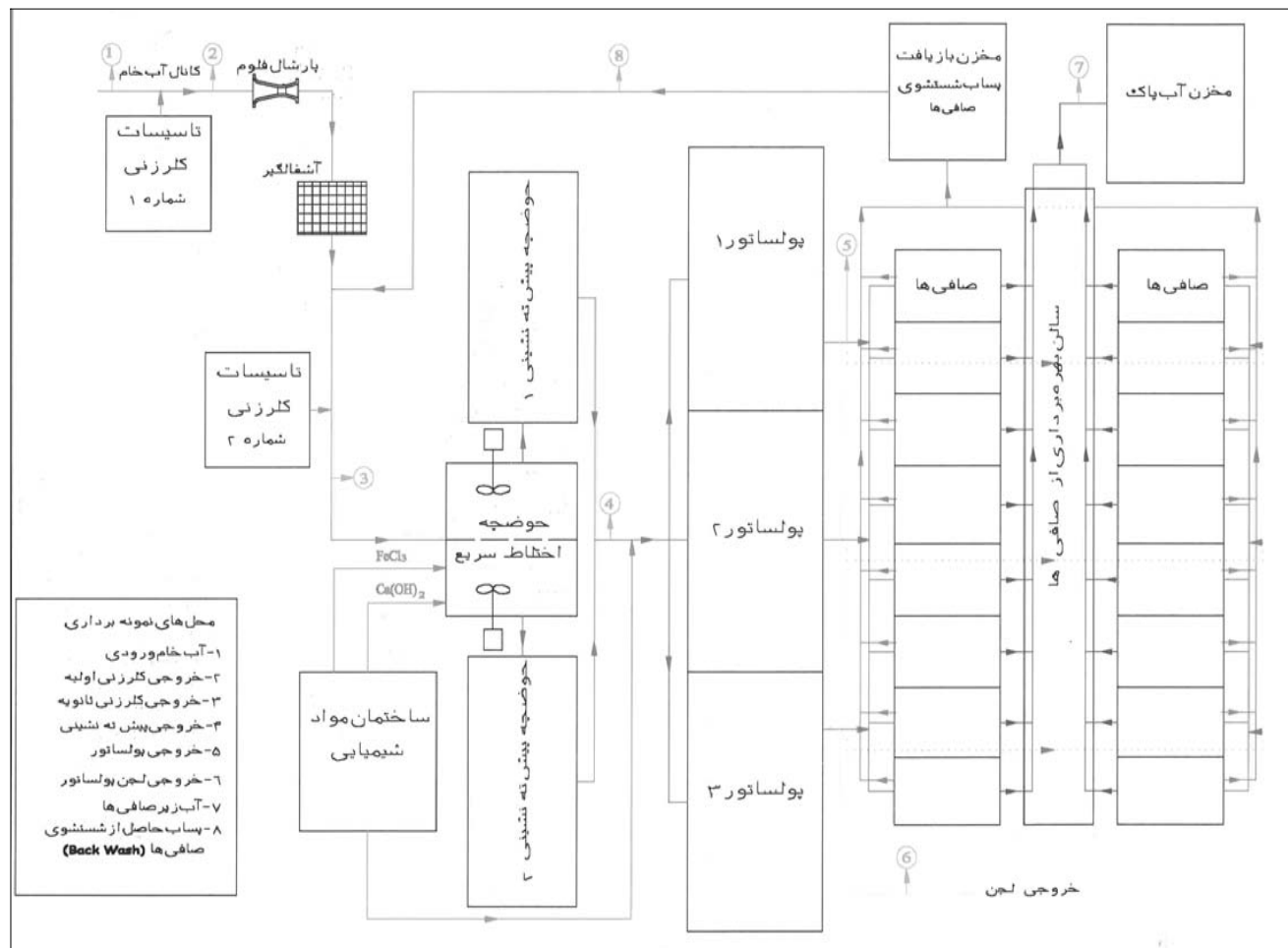
۱- تعیین غلظت مواد آلی ورودی به تصفیه‌خانه با تکیه بر شاخص TOC.

۲- تعیین کارایی واحدهای موجود در حذف TOC.

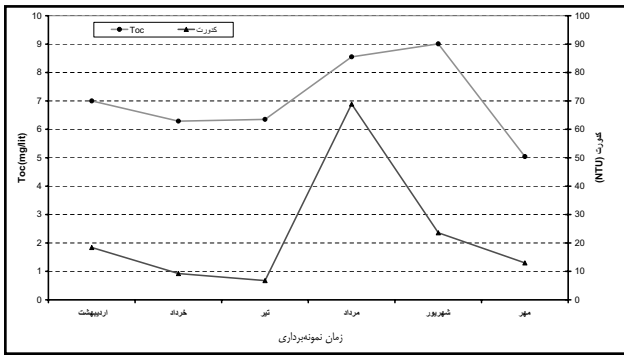
۳- تعیین غلظت مواد آلی خروجی و مقایسه آن با استانداردهای موجود.

۴- ارائه پیشنهادات مناسب در جهت کاهش غلظت مواد آلی.

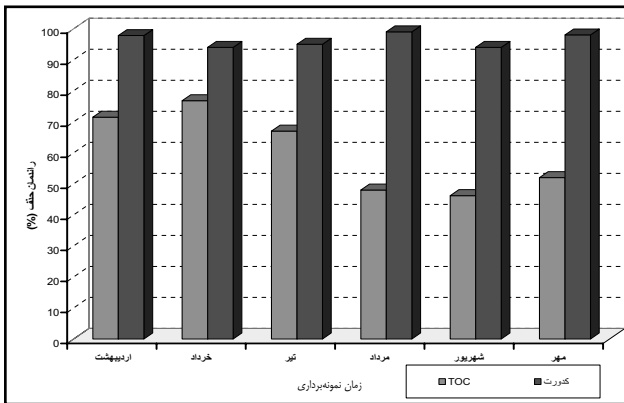
جهت ارزیابی کارایی واحدهای مختلف تصفیه‌خانه‌های متعارف آب در حذف TOC تصفیه‌خانه چهارم تهرانپارس به عنوان گزینه مورد بررسی انتخاب شد.



شکل شماره ۱- نمودار جریان آب و محل‌های نمونه‌برداری از تصفیه‌خانه چهارم تهرانپارس



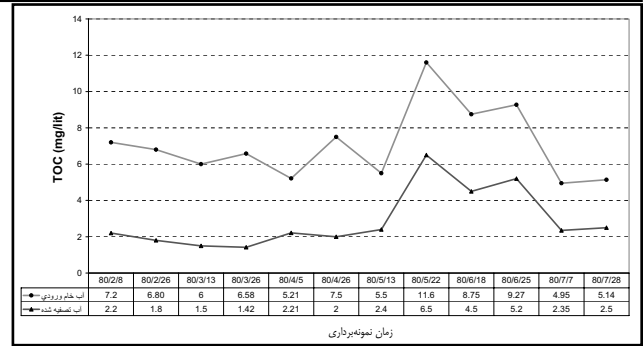
شکل شماره ۵- مقایسه کدورت و TOC در آب خام ورودی به تصفیه‌خانه در ماه‌های نمونه‌برداری



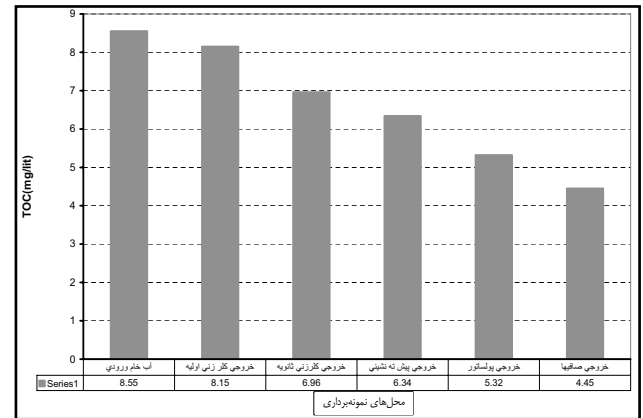
شکل شماره ۶- میانگین راندمان حذف کدورت و TOC در تصفیه‌خانه در ماه‌های نمونه‌برداری

مواد به عنوان پیش‌ساز ترکیبات آلی خطرناک از قبیل THM ها بوده و همچنین سرطان‌زایی اینگونه ترکیبات نیز به اثبات رسیده، بنابراین باید تمهیدات خاصی در جهت افزایش کارایی واحدهای تصفیه‌خانه در حذف TOC انجام شود. به طور کلی تصفیه‌خانه مذکور همانند سایر تصفیه‌خانه‌های موجود در کشور در زمره تصفیه‌خانه‌های متعارف دسته‌بندی شده و بهره‌برداری می‌شود. با مشاهده شکل‌های شماره ۵ و ۶ نتیجه می‌گیریم که در مواقعی که کدورت آب خام ورودی بالاست غلظت TOC هم افزایش می‌یابد منتهی به دلیل اینکه تصفیه‌خانه‌های متعارف بر پایه حذف کدورت طراحی و بهره‌برداری شده‌اند راندمان حذف کدورت به مراتب بالاتر از حذف TOC می‌باشد. براساس نتایج به دست آمده مشخص شد که در فصل تابستان (مرداد و شهریور ماه) غلظت TOC در آب خام ورودی افزایش یافته و راندمان تصفیه‌خانه در حذف TOC در حد مطلوب نمی‌باشد.

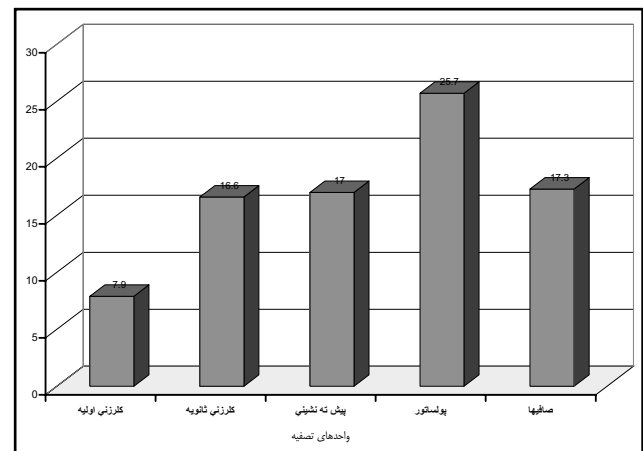
همچنین با نتیجه‌گیری به عمل آمده مشاهده می‌شود که بیشترین درصد حذف مواد آلی را در واحد زلال‌ساز (پولساتور) داریم که این خود نشان می‌دهد بیشتر مواد آلی موجود در آب به صورت معلق بوده که در واحد انعقاد و لخته‌سازی توانسته آنها را به لخته‌ها یا فلوک‌های درشت‌تر تبدیل کند تا در واحد زلال‌ساز ته‌نشین و از سیستم حذف شود که مقدار



شکل شماره ۲- تغییرات غلظت TOC در آب خام ورودی و آب خروجی تصفیه شده در مدت زمان نمونه‌برداری



شکل شماره ۳- تغییرات غلظت TOC در روند پیشرفت فرآیند تصفیه در مرداد ماه به عنوان نمونه



شکل شماره ۴- میانگین درصد حذف TOC در واحدهای مختلف تصفیه‌خانه

تصفیه‌خانه در معرض آلودگی مواد آلی می‌باشد که این آلودگی عمدتاً ناشی از مواد آلی طبیعی و تخلیه فاضلاب‌های شهری، خانگی، صنعتی به دلیل عدم وجود سیستم شبکه جمع‌آوری و دفع بهداشتی فاضلاب مناطق مسکونی حاشیه رودخانه جاجرود است و همچنین میانگین غلظت خروجی TOC از تصفیه‌خانه ۲/۸۸ میلی‌گرم بر لیتر است که این مقدار بالاتر از حد مجاز توصیه شده است که در برخی از منابع منجمله EPA مقدار ۲ میلی‌گرم بر لیتر را توصیه می‌کند، می‌باشد و از آنجایی که این

جدول شماره ۱- بررسی کارایی تصفیه خانه در حذف TOC (متوسط ماهانه)

ردیف	زمان نمونه برداری	TOC ورودی (میلی گرم بر لیتر)	TOC خروجی (میلی گرم بر لیتر)	راندمان حذف (درصد)
۱	اردیبهشت	۷	۲	۷۱/۵
۲	خرداد	۶/۲۹	۱/۴۶	۷۶/۸
۳	تیر	۶/۳۵	۲/۱	۶۷
۴	مرداد	۸/۵۵	۴/۴۵	۴۸
۵	شهریور	۹/۰۱	۴/۸۵	۴۶
۶	مهر	۵/۰۴	۲/۴۲	۵۲
	میانگین	۷/۰۴	۲/۸۸	۶۰

جدول شماره ۲- مقایسه میزان TOC در آب خام ورودی و پس آب حاصل از شستشوی صافی ها و لجن خروجی پولساتور

ردیف	زمان نمونه برداری	TOC آب خام (میلی گرم بر لیتر)	TOC پس آب شستشوی صافی (میلی گرم بر لیتر)	TOC لجن خروجی (میلی گرم بر لیتر)
۱	اردیبهشت	۷	۲۰/۵۱	۷۵۰/۸
۲	خرداد	۶/۲۹	۱۶/۶۹	۱۰۲۷/۵
۳	تیر	۶/۳۵	۲۲/۴۵	۹۳۰/۱۲
۴	مرداد	۸/۵۵	۲۷/۷۵	۱۳۲۴/۹
۵	شهریور	۹/۰۱	۲۶/۷۴	۱۰۹۸/۴
۶	مهر	۵/۰۴	۱۹/۶۲	۱۲۴۰/۲
	میانگین	۷/۰۴	۲۲/۲۸	۱۰۶۱/۹۸

که این پس آب به ابتدای کانال آب خام برگردانیده نشود و همچنین به جای استفاده از آب خام جهت آبیاری فضای سبز از این پس آب استفاده شود.

۴- با توجه به غلظت مواد آلی ورودی طی عمل کلرزنی اولیه پتانسیل تشکیل تری هالومتان ها افزایش می یابد. بنابراین پیش از ازن زنی به عنوان یک راهکار در جهت کاهش تولید ترکیبات آلی خطرناک به جای پیش کلرزنی. تغییر نقطه کلرزنی به انتهای تصفیه خانه توصیه می شود.

۵- با توجه به اینکه تری هالومتان ها خود بخشی از ترکیبات آلی می باشند بنابراین باید میزان آن در خروجی از تصفیه خانه به طور مستمر اندازه گیری و با مقدار استاندارد آن مقایسه شود.

۶- به منظور ارزیابی و کنترل بیشتر میزان TOC در آب شرب پیشنهاد می شود از شیرهای آب مورد استفاده در منازل مسکونی نمونه برداری انجام و میزان آن اندازه گیری شود.

منابع مورد استفاده

- واعظی، فروغ. ۱۳۷۱. "کنترل هالومتان ها در آب مشروب از طریق کنترل مخازن آب" سمینار سراسری بهداشت محیط کشور.
- کفاش تهرانی، مریم. ۱۳۸۰. "حذف مواد آلی استفاده از فرآیند انعقاد و لخته سازی و ژودر کربن فعال" - پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.

Degremont. 1997. " Water Treatment Hand Book". VOL.1, 6th Edition.

بالای TOC در لجن خروجی از این واحد این مطلب را اثبات می کند. از جدول شماره ۲ نتیجه می گیریم که میزان غلظت TOC پس آب حاصل از شستشوی صافی ها در مقایسه با آب خام ورودی بسیار بالا است، اما متأسفانه این پس آب مجدداً به ابتدای کانال آب خام برگردانیده می شود و این عمل به نوبه خود می تواند میزان غلظت TOC را در آب خام افزایش دهد. با توجه به وضعیت موجود، واحدهای تصفیه خانه تاکنون نتوانسته اند در حذف TOC در حد قابل قبول عمل کنند. پیشنهادات لازم در خصوص کارایی بیشتر واحدها در حذف مواد آلی و همچنین جلوگیری از تولید ترکیبات THM (در این تصفیه خانه طی دو مرحله به آب خام قبل از انجام فرآیند انعقاد و لخته سازی کلر زده می شود که این امر باعث تولید THM می شود) در ادامه ارائه شده است.

پیشنهادات

- ۱- یکی از منطقی ترین راه های کنترل مواد آلی، حفاظت از منابع و مخازن می باشد (واعظی، ۱۳۷۱).
- بنابراین لازم است با مدیریت و برنامه ریزی صحیح از آلودگی و کاهش کیفیت آب این منابع جلوگیری شود. همچنین با پایش و نمونه گیری های مستمر وضعیت و کیفیت آب خام منابع و مخازن مشخص و ثبت شود.
- ۲- بهینه کردن فرآیند انتقال و لخته سازی با استفاده از پودر کربن فعال می تواند تا حد زیادی راندمان حذف مواد آلی را افزایش دهد (تهرانی، ۱۳۸۰).
- ۳- با توجه به کیفیت پس آب حاصل از شستشوی صافی ها پیشنهاد می شود