مستخرج از پایان نامه

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره ده، دی ماه ۱۴۰۱ (۷۵ -۵۹)

بهینه سازی زمان ماند در مخزن ویژه آتش نشانی و تأثیر آن بر کیفیت آب در مخزن (مطالعه موردی پساب تصفیه خانه فاضلاب شهرک غرب تهران)

هادی والهی ریکنده [۱*]

valehi_h@yahoo.com

ناصر مهردادی [۲]

غلامرضا نبی بیدهندی [۲]

محمدجواد امیری [۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۴ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۵**

چکیده

زمینه وهدف: بهینه‌سازی مخازن ویژه اطفاء حریق در شرایط بحران (زلزله) با تأکید بر استفاده از پساب تصفیه‌شده فاضلاب شهری به‌نحوی‌که مقدار آب لازم جهت اطفاء حریق پس از زلزله تامین گردد.

روش بررسی: دراین تحقیق به منظور ارتقاء کیفیت پساب خروجی تصفیه‌خانه و امکان استفاده از آن به عنوان منبع آب آتشنشانی، از پساب تصفیه خانه فاضلاب شهرک غرب به عنوان واحد تحلیل استفاده شد. انجام آزمایش‌های کیفی بر روی نمونه‌های تهیه شده با ظروف ۲۰ لیتر در آزمایشگاه دانشگاه تهران و در سال ۹۹ صورت پذیرفت. به عبارت دیگر روش اجرای پژوهش حاضر آزمایشگاهی بوده است. ابزار جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش متشکل از pH متر، TDSسنج، اسپکتروفوتومترDR5000، کدورت‌سنج، راکتور حرارتی بوده است.

یافته ها: نتایج آنالیزهای کیفی بر روی پساب خام نشان داد که تعدادی از نمونه‌ها قابل استفاده به عنوان آب آتشنشانی نمی‌باشند. آزمایش‌ها نشان داد که پارمترهای pH، TDS، فسفات، کلراید، سولفات، میزان سختی کل، سیلیکا، جامدات معلق، هدایت الکتریکی آهن و منگنز با فرایند تصفیه بیولوژیکی در محدوده استفاده به عنوان منبع آب آتشنشانی قرار گرفته و تنها در یک نمونه به علت بالا بودن میزان COD این استاندارد برآورد نشده است. در همین راستا به علت عدم تطابق پارامترهای شیمیایی-فیزیکی با استاندارد استفاده مجدد از پساب، بر روی این پساب: الف) فرایند انعقاد و لخته سازی الکتریکی/ ته‌نشینی، به عنوان مرحله تصفیه تکمیلی و کمک گندزدا مورد بررسی قرار گرفت که نتایج کیفی این واحد تصفیه بعد از انجام گندزدایی با هیپوکلرید سدیم، میزان پارامترهای میکروبی

۱- دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست، پردیس کیش دانشگاه تهران ، ایران. * (مسوول مکاتبات)

۲- استاد دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران ، تهران، ایران.

۳- استادیار دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

شامل: کلیفرم مدفوعی، کل کلیفرم، تخم انگل نیز اندازه گیری گردید. نتایج فرایند انعقاد و لخته سازی الکتریکی با صفحات آهنی و فاصله ۵ سانتی متری از هم با ولتاژ ۵ آمپر تمامی نمونه‌ها استاندارد فیزیکی- شیمیایی و میکروبی آب آتشنشانی را برآورد کردند. ب) همچنین پساب خام در زمان‌های ماندهای ۱، ۲، ۵، ۱۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در ظروف ۲۰ لیتری نگهداری و تاثیر زمان ماند بر کیفیت این پساب اندازه‌گیری شد.

بحث و نتیجه گیری: نتایج این آنالیزها نشان داد که تا زمان ماند ۷۲ ساعت پارامترهای کیفی (به استثنای سختی و میزان سولفات) کاهش پیدا کردند. ولی به علت افزایش بو ناشی از افزایش غلظت سولفات در پساب با زمان ماند بیش از ۷۲ ساعت به عنوان منبع آب آتشنشانی قابل استفاده نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: استفاده مجدد، انعقاد و لخته سازی الکتریکی، تصفیه مجدد، آب آتشنشانی.

J. Env. Sci. Tech., Vol 24, No.10, January, 2023

Optimization of Hydraulic Contact Time of Treated Wastewater in Firefighting Water Tanks for Reuse
(Case study: West-town's wastewater treatment plant)

HadiValehiRikandeh [1*]
valehi_h@yahoo.com
NaserMehrdadi [2]
GholamrezaNabiBidhendi
Mohammad JavadAmiri [3]

Admission Date:February 14, 2022 Date Received: July 26, 2021

Abstract

Background and Objective: Freshwater scarcity is leading the world to research into the reuse and recycling of industrial wastewater.

Material and Methodology: In this research, in order to improve the quality of the effluent of the treatment plant and the possibility of using it as a source of fire water, the effluent of the wastewater treatment plant of Gharb town was used as an analysis unit. On-site sampling and qualitative tests were performed on samples prepared in 20 liter containers in Tehran University Laboratory. In other words, the method of conducting the present study was laboratory. Data collection tools in this study consisted of pH meter, TDS meter, spectrophotometer DR5000, turbidimeter, and thermal reactor.

Finding: This research investigates on Electro-Coagulation and Hydraulic Retention time and the way that it effects on treated wastewater Quality, for so, 9 samples with 20 liters' plastic pot has been taken and examined in different contact time including 1, 2, 5, 10, 24, 48, 72 hours. The results show that all goals parameters (pH, Total Dissolved Solid (TDS), Phosphate, chloride, Sulfate, total Hardness, Silica, suspended solid (SS), Iron (Fe) and Manganese (Mg) are in standard Range but there is in one sample the Chemical Oxygen Demand (COD) was not in standard Range. Also the experiment shows that all parameters concentration was decreased by time except Hardness and Sulfate which were increase. Also Biologic Parameters examined as well and they were on standard Range.

Discussion and Conclusion: The results show that the treated wastewater Quality was in Standard Range till 72th hours and after this time due to rapid increasing of Sulfate and increasing of its smell it not suitable for use as water source in firefighting. Further more 9 other samples had been examined after using Electro-coagulation as an advanced treatment and disinfection aid fallowing by Sodium hypochlorite disinfection, the result shows that COD is decreased and all parameters got better for reuse, especially Biological parameters.

Keywords: Water Reuse, Electro coagulation, Advanced Treatment, Water in Firefighting.

1- PhD candidate of Environmental Engineering, Kish International Campus, University of Tehran. **(Corresponding Author)*
2- Professor of Environmental Engineering, Environmental Engineering Faculty, University of Tehran.
3- Assistant Professor of Environmental Engineering, Environmental Engineering Faculty, University of Tehran.

مقدمه

کمبود آب شیرین یک موضوع قابل توجه در سراسر جهان است که حداقل ۲۰ درصد جمعیت جهان با آن دست و پنجه نرم می‌کنند (۱). از کل آب روی زمین، در حدود ۹۶/۵۴٪ آب‌شور و ۲/۵۳٪ باقی‌مانده آب شیرین است. درحالی‌که تنها کمتر از ۰/۳۶٪ از آب شیرین به‌طور مستقیم در دسترس انسان است. بیش از دو سوم از آب شیرین در یخچال‌های طبیعی و یخ‌های قطبی بوده و باقی‌مانده عمدتاً به‌عنوان آب‌های زیرزمینی و بخش کوچک‌تر آب‌های سطحی و مقداری نیز به صورت بخار و رطوبت در هوا موجود می‌باشد(۲). مشکل کمبود آب در مناطق خشک که با کمبود شدید آب شیرین مواجه هستند بسیار جدی‌تر است. ایران نیز به دلیل موقعیت خاص و ویژگی‌های توپوگرافیک آن از بارش و آب و هوای متفاوتی برخوردار است، میزان متوسط بارش سالانه کشور حدود یک سوم بارش کره زمین است و به همین دلیل قسمت‌های زیادی از آن در قلمرو آب و هوای خشک و نیمه خشک دنیا جای گرفته است(۳).

مسئله کمبود آب شیرین جهان را به سمت انجام تحقیقاتی برای استفاده مجدد و بازیافت فاضلاب خانگی سوق می‌دهد. سرانه تقاضای آب خانگی (به‌جز آبیاری و دیگر مصارف خارجی) در کشورهای توسعه‌یافته معمولاً بین ۳۶ تا ۶۶ مترمکعب در سال می‌باشد(۴) که حجم قابل‌توجهی از آن تبدیل به فاضلاب می‌شود. فاضلاب خانگی به عنوان بزرگ‌ترین منبع پتانسیل در ذخیره منابع آب، شناخته شده است؛ به طوری که بازیافت و استفاده مجدد از آن، سبب کاهش قابل‌توجهی در میزان مصرف آب تصفیه شده خانگی می‌گردد(۵). بازیافت کردن فاضلاب به‌عنوان بخش جدایی ناپذیر مدیریت تقاضای آب در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه بوده است. ترویج آن به منظور حفظ و نگهداری از منابع آب شیرین و هم‌چنین کاهش آلودگی محیط‌زیست و در پی آن کاهش هزینه بسیار توصیه می‌شود(۶).در حال حاضر آب مورد نیاز آتشنشانی در شهرهای متوسط و بزرگ توسط شبکه آبرسانی شهری تأمین می‌شوند (۷). ایران به‌عنوان یکی از کشورهای خاورمیانه با کاهش منابع آب تجدید شونده مواجه بوده و به منظور استفاده بهینه از منابع تجدید پذیر و بازچرخانی، استفاده مجدد از فاضلاب‌های انسانی و صنعتی تصفیه‌شده در امور کشاورزی، صنعتی و سایر فعالیت‌ها تأکید شده است(۸). با توجه به استاندارد پیشنهادی وزارت نیرو در زمینه کیفیت آب درمصارف صنعتی، امکان استفاده مجدد از پساب‌های شهری و صنعتی و زهاب‌های کشاورزی در گروه‌های مختلف صنعت موجود می‌باشد. در این زمینه گروه‌های صنعتی الف، به واسطه نیاز به آب با کیفیت بهتر در مقایسه با سایر صنایع در استفاده از پساب‌ها و آبهای برگشتی با محدودیت‌های کیفی به ویژه سختی، غلظت کل جامدات محلول و مواد معلق مواجه می‌باشند که این عامل استفاده از پساب‌های شهری، صنعتی و زهاب‌های کشاورزی را در این گروه با محدودیت مواجه می‌سازد. در سایر گروه‌ها محدودیت کاهش یافته و امکان استفاده با حداقل محدودیت مواجه می‌باشد(۹). از طرفی در راهنمای طبقه بندی آب های مورد مصرف در صنعت آب مصرف آتشنشانی در گروه چهارم قرار گرفته است در این دسته بندی آب بر اساس کیفیت شیمیایی و فیزیکی و بر اساس پارمترهای جدول ۱ به چهار گروه (شامل گروه‌های: خیلی حساس، حساس، نسبتا حساس و با کمترین حساست) تقسیم بنده شده اند. موارد مصرف هر کدام به قرار جدول ۲ است(۱۰).

جدول ۱- پارمترهای تعیین کننده کیفیت آب صنعتی

Table 1. Industrial water indicator parameters

پارمترهای تعین کننده کیفیت گروه آب صنعتی					
آهن	منگنز	قلیاییت	**COD**	کلراید	سولفات
سختی	**TDS**	سیلیکا	**pH**	جامدات معلق	

جدول۲- موارد مصرف گروه‌های آب صنعتی

Table 2. categorized industrial groups usage

گروه اول (خیلی حساس)	گروه دوم (حساس)	گروه سوم (نسبتا حساس)	گروه چهارم (کمترین حساسیت)
آب بویلر پر فشار، آب شست و شو، کمپرسور در نیروگاه ها، آب خنک کننده چرخشی بسته، آب مصرفی در صنایع داروسازی، آب مصرفی در تولید قطعات الکترونیکی حساس و...	آب‌های بویلر با فشار متوسط، آب خنک کننده گردشی بسته، آب نرم برای شست‌وشو در صنایع فولاد، آب مصرفی در صنایع کاغذ و مقوا برای تهیه کاغذ مرغوب، کرافت سفید شده و خمیر شیمیایی سفید شده و ...	آب بویلرهای کم فشار، آب خنک کننده‌های چرخشی باز، آب مصرفی در تصفیه هوا، آب مصرفی نورد گرم و سرد، حرارت زدا و تمیز کننده گاز و پرداخت صنایع فولاد و...	آب شست‌وشو سطوح، آب مصرفی در صنایع چسب، آب فرایند پتروشیمی، آب فرایند کارخانجات سیمان، آب مصرفی جهت انتقال مواد، آب مصرف آتش نشانی

به منظور استفاده مجدد پژوهش‌های زیادی بر روی پساب انجام گرفته است به عنوان نمونه، کن و همکاران در تحقیقی تحت عنوان تصفیه فاضلاب نساجی با استفاده از انعقاد و لخته سازی الکتریکی، توانستند میزان CODو EC پساب فاضلاب را به ترتیب ۸۰ و ۲۳ درصد کاهش دهند(۱۱) یوکسل و همکاران در تحقیقی تحت عنوان حذف سدیم دودسیل سولفات در فاضلاب مصنوعی به روش پراکسی-الکتروکواگولاسیون، با استفاده از فرایند انعقاد و لخته سازی الکتریکی بر روی فاضلاب توانستند میزان فسفات را تا ۸۱/۶ درصد حذف نمایند(۱۲).در تحقیقی دیگر توسط دنگ و یانگ با عنوان حذف سیلیس از آب شور با پیش تصفیه الکتروکواگولاسیون برای جلوگیری از رسوب غشاء اسمز معکوس میزان حذف سیلیکا توسط انعقاد و لخته سازی مورد بررسی قرار گرفت و این سیستم توانست تا ۸۰ درصد سیلیکا را در آب حذف کند(۱۳).نتایج تحقیقات فیدال با عنوان کاربرد فرآیند انعقاد الکتریکی برای تصفیه فاضلاب و جداسازی و خالص‌سازی محیط‌های بیولوژیکی نشان داد که این فرایند خوب به عنوان گند زدا نیز عمل می‌نماید(۱۴) تحقیقات زالسچی و همکاران تحت عنوان انعقاد الکتروشیمیایی پساب های تصفیه شده برای استفاده مجدد نیز نتایج مشابهی را نشان دادن که میزان ۲ کیلوات بر ساعت انرژی به ازای هر متر مکعب پساب به عنوان یک گندزدای موثر عمل خواهد کرد. (۱۵). ملکوتیان و همکاران در تحقیقی تحت عنوان حذف سختی،COD و کدورت از آب تولید شده با پیش تصفیه الکتروکواگولاسیون قبل از غشاهای اسمز معکوس نشان دادن که انعقاد و لخته سازی الکتریکی می‌تواند تا ۹۷/۴ سختی کل را کاهش دهد(۱۶)ژاو و همکاران نشان دادن که انعقادو لخته سازی الکتریکی تا میزان به ترتیب سختی کل را ۸۵/۸۱٪، COD را ۶۶/۶۴٪ و کدورت را ۹۳/۸٪ کاهش می‌دهد(۱۷). هاشیم و همکاران در تحقیقی با عنوان انعقاد الکتریکی کارآمد با استفاده از الکترودهای بافل برای حذف کارآمد اشریشیا کلی از فاضلاب تا ۹۵ درصد از حذف اشرشیاکولی را اندازه‌گیری نمودند (۱۸). در تحقیقی توسط کوتیلاس و همکاران در گزارشی با عنوان بهینه‌سازی یک فرایند الکترودعفونی/الکتروکواگولاسیون یکپارچه با الکترودهای دوقطبیAl برای احیای فاضلاب شهری راندمان حذف ۱۰۰ درصدی کل کلیفرم توسط واحد انعقاد و لخته سازی الکتریکی بدست آمد(۱۹). استرادا و همکارانشان توانستند نشان دهند که انعقاد و لخته سازی الکتریکی توانایی غیرفعال کردن میکرو ارگانیزم‌ها را دارد(۲۱). قرناعوت و همکاران در کتاب خود نشان دادن که انعقاد الکتریکی به عنوان یک گندزدا بسیار خوب عمل می‌کند(۲۰). لذا بر اساس مطالب مطرح شده هدف از اجرای پژوهش حاضر بهینه‌سازی زمان ماند در مخزن ویژه آتش نشانی

و تاثیر آن بر کیفیت آب در مخزن (مطالعه موردی پساب تصفیه خانه فاضلاب شهرک غرب تهران) می‌باشد.

۱-روش تحقیق و ابزارها

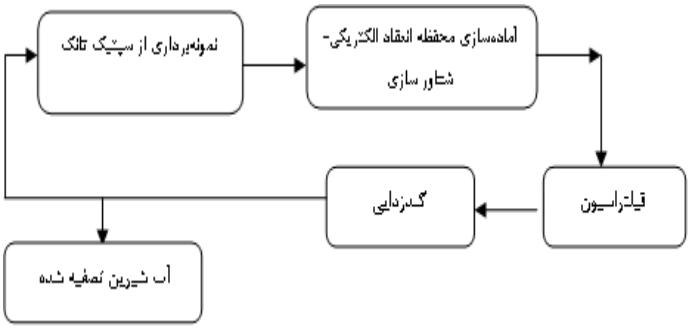
۱-۲- پایلوت انعقاد و لخته سازی الکتریکی

این تحقیق که یک مطالعه کاربردی تجربی است که در سال ۹۸ برروی پساب خروجی سپتیک تانک مراحل انعقاد الکتریکی/ شناورسازی همراه فیلتراسیون و گندزدایی توسط هیپوکلرید سدیم انجام پذیرفت. به همین منظور صفحات پلکسی گلاس شفاف به ضخامت ۵ میلی‌متر جهت ساخت محفظه انعقاد الکتریکی- شناور سازی به ابعاد ۱۱,۵ ×۱۱,۵ و ارتفاع مفید ۱۵ سانتی‌متر استفاده شد. الکترودهای آند و کاتد از طریق سرپوش پلکسی گلاس در فاصله مورد نظر نگه‌داشته شدند. سوراخ هایی برای نصب شیر به منظور تخلیه محفظه و انتقال به محفظه ته‌نشینی قرار داده شد. همچنین سیستم شامل محفظه ته‌نشینی می‌باشد. فاضلاب توسط پمپ پریستالتیک وارد محفظه انعقاد الکتریکی- شناورسازی می‌شود مدت زمان ماند در این مرحله یک ساعت می‌باشد فاصله بین الکترودها ۵ سانتی‌متر و طول مؤثر الکترودها ۱۵ سانتی‌متر و جنس الکترودها آهن انتخاب شد، و در تمام مدت در محفظه انعقاد الکتریکی هوادهی هم صورت می‌گرفت. واکنش‌هایی که در کاتد (رابطه ۱)، آند (رابطه ۲) و محلول (رابطه ۳) اتفاق می‌افتد به شرح زیر هستند(۲۲).

$$Cathode: 4H^{+} + O_2 + 4e^{-} \rightarrow 2H_2O \quad (۱)$$

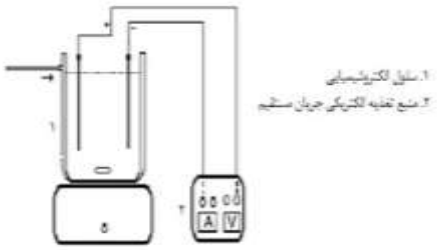
$$Anode: Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^{-} \quad (۲)$$

$$2Fe^{2+} + 2H^{+} + \frac{1}{2}O_{2(aq)} \rightarrow 2Fe^{3+} + H_2O \quad (۳)$$



شکل ۱-دیاگرام پایلوت پژوهش حاضر

Figure 1. The present research pilot diagram



شکل۲- نمای کلی پایلوت

Figure 2. Overview of the pilot

۲-۲- استانداردها و روش‌های مورد استفاده

نمونه های مورد آزمایش در خروجی حوض ته‌نشینی ثانویه تصفیه خانه و برداشت و با استفاده از ظروف ۲۰ لیتری به آزمایشگاه منتقل شدند. لازم به ذکر است که تمامی نمونه گیری‌ها و نحوه آزمایش منطبق بر استاندارد متد صورت گرفته است.با استناد به استانداردهای کیفی شرح داده شده در مقدمه میزان حد کیفیت قابل قبول برای استفاده از پساب در صنایع مختلف به قرار زیر می‌باشند:

جدول ۳- کیفیت پیشنهادی آب برای استفاده در صنایع مختلف در راهنمای طبقه بندی آب صنعتی

Table 3. water qualities for different industrial usage base on Industrial Water Categorizing Guide

پارمتر	واحد	گروه اول (بسیار حساس)	گروه دوم (حساس)	گروه سوم (نسبتا حساس)	گروه چهارم (کمترین حساسیت)
آهن	mg/l	۰/۰۵	۰/۱	۰/۳	۱
منگنز	mg/l	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۳	۱
قلیاییت	٭۱۰۰ mg/l	۰/۵	۰/۷۵	۱/۵	۵
COD	٭۱۰ mg/l	۰/۵	۱	۲	۷/۵
کلراید	٭۱۰۰ mg/l	۰/۲	۱	۲	۵
سولفات	٭۱۰۰ mg/l	۰/۲	۱	۲/۵	۵
سختی	٭۱۰۰ mg/l	۰/۰۱	۱	۲/۵	۵
TDS	٭۱۰۰ mg/l	۰/۵	۱	۵	۱۰
سیلیکا	٭۱۰ mg/l	۰/۵	۱	۲	۵
pH		۹-۶	۱۰-۵	۱۰-۵	۱۰-۵
جامدات معلق	٭۱۰ mg/l	۰/۱	۰/۵	۱	۱۰

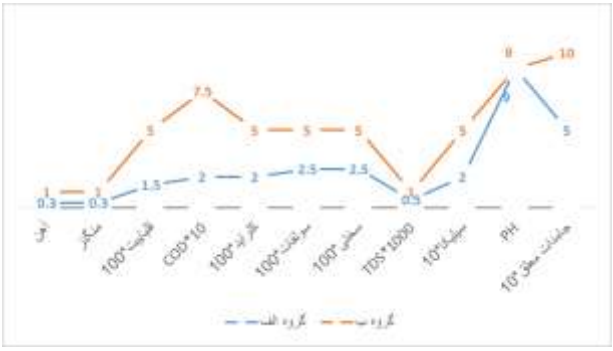
کیفیت پساب در نشریه ضوابط زیست محیطی استفاده از آب-های برگشتی و پساب‌ها و مدیریت و پایش آن به قرار جدول زیر می‌باشد.

جدول۴- کیفیت پیشنهادی پساب در ضوابط زیست محیطی استفاده از آبهای برگشتی

Table 4. water qualities for different industrial usage base on Environmental Regulations of Water Reusing

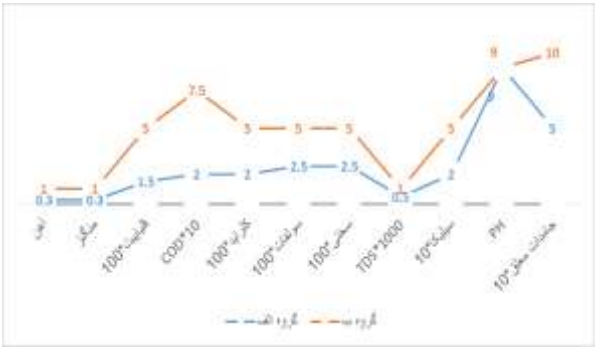
پارمتر	واحد	گروه الف	گروه ب	گروه ج
آهن	mg/l	۰/۳	۱>	>۱
منگنز	mg/l	۰/۳	۱>	>۱
قلیاییت	٭۱۰۰ mg/l	۱/۵	۵>	>۵
COD	٭۱۰ mg/l	۲	۷,۵>	>۷,۵
کلراید	٭۱۰۰ mg/l	۲	۵>	>۵
سولفات	٭۱۰۰ mg/l	۲/۵	۵>	>۵
سختی	٭۱۰۰ mg/l	۲/۵	۵>	>۵
TDS	٭۱۰۰ mg/l	۰/۵	۱>	>۱
سیلیکا	٭۱۰ mg/l	۲	۵>	>۵
pH		۶-۹	۶-۹	۶-۹
جامدات معلق	٭۱۰ mg/l	۵	۱۰>	>۱۰

بدین ترتیب کیفیت پیشنهادی استانداردهای فوق برای استفاده از پساب به عنوان منبع آب آتشنشانی گروه چهارم در نشریه راهنمای طبقه بندی آب‌های صنعتی قرار گرفته است. در شکل‌های ۱ و ۲ مقادیر کیفی پیشنهادی این دو نشریه بیان شده است.



شکل۳- نمودار کیفی استفاده از پساب در مصارف مختلف در نشریه راهنمای طبقه بندی آبهای صنعتی

Figure 3. water qualities for different industrial usage base on Industrial Water Categorizing Guide



شکل ۴- نمودار طبقه بندی پساب در ضوابط زیست محیطی استفاده از آبهای برگشتی

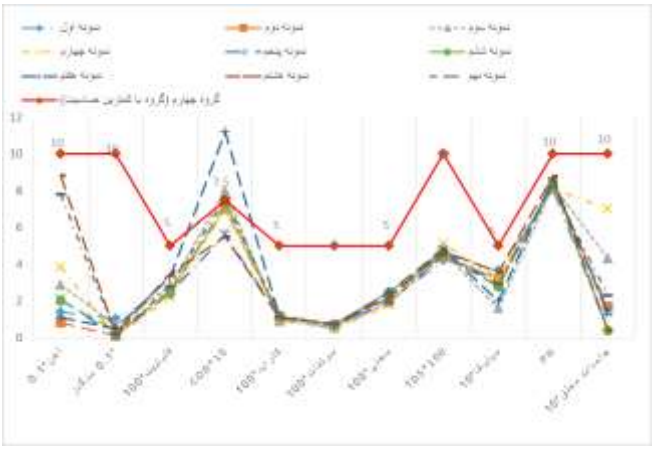
Figure 4. water qualities for different industrial usage base on Environmental Regulations of Water Reusing

۳-۲- حوزه مورد مطالعه: تصفیه‌خانه شهرک قدس

تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس در بزرگراه همت، جنب پارک پردیسان واقع است. مطالعات اولیه و عملیات اجرایی آن از اوایل دهه ۶۰ شمسی شروع و در سال ۱۳۷۴ به بهره‌برداری رسیده است. این تصفیه‌خانه که مساحت کلی آن ۱۲ هکتار است برای جمعیتی معادل ۸۵ هزار نفر طراحی و ساخته شده است که بر گزارشات موجود هم‌اکنون در حال توسعه برای جمعیتی در حدود ۵۴۴ هزار نفر می‌باشد. ظرفیت طراحی تصفیه‌خانه ۳۰ هزار مترمکعب در روز، و حداکثر دبی ورودی به تصفیه‌خانه در حال حاضر در حدود ۱۲۶۰ مترمکعب در ساعت است که یکی از بزرگترین تصفیه‌خانه‌های محلی واقع در سطح شهر تهران می‌باشد. این تصفیه‌خانه دارای چهار حوض ته‌نشینی اولیه، چهار حوض هوادهی و هشت حوض ته‌نشینی ثانویه می‌باشد. روش تصفیه در این تصفیه‌خانه، لجن فعال با هوادهی گسترده سطحی و محل کنونی دفع پساب آن، کانال جمع‌آوری آب‌های سطحی بزرگراه شیخ فضل الله نوری است. واحدهای تشکیل دهنده این تصفیه‌خانه به شرح زیر می‌باشد.

شکل ۵- نمایی از خط انتقال تصفیه‌خانه شهرک غرب تهران

Figure 5. View of the transfer line of the treatment plant



شکل ۶- مقایسه پارمترهای فیزیکی و شیمیایی پساب با کیفیت پیشنهادی در راهنمای طبقه بندی آبهای صنعتی

Figure 6. Compering Physical & chemical of treated Wastewater samples' Qualities with Industrial Water Categorizing Guide

بحث و نتایج

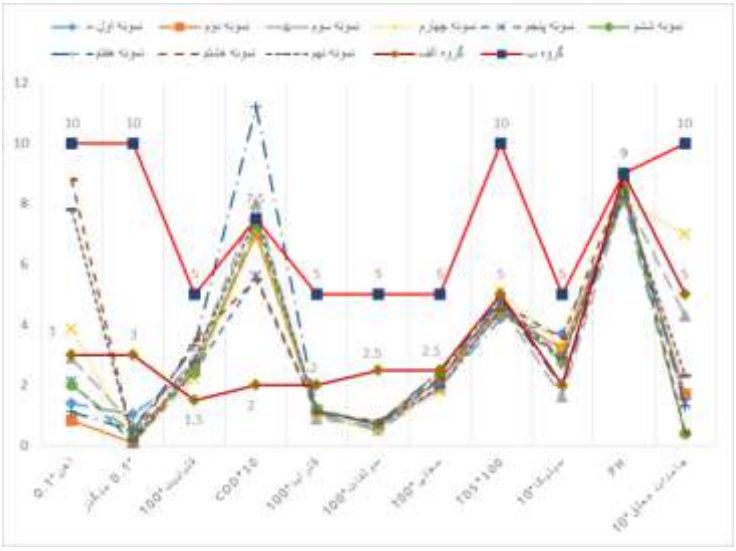
۳-۱- بررسی پارامترهای فیزیکی شیمیایی اولیه و با استفاده از انعقاد و لخته سازی الکتریکی

پس از نمونه گیری پارمترهایCOD، pH، TDS، فسفات، کلراید، سولفات، میزان سختی کل، سیلیکا، جامدات معلق، هدایت الکتریکی آهن و منگنز با فرایند تصفیه بیولوژیکی تصفیه خانه شهرک غرب تهران در ۹ نمونه مورد بررسی گردید که نتایج آن در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵- ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی نمونه‌های متفاوت از پساب تصفیه خانه

Table 5. Physical & Chemical Characters of the treated Wastewater samples

پارمتر	نمونه اول	نمونه دوم	نمونه سوم	نمونه چهارم	نمونه پنجم	نمونه ششم	نمونه هفتم	نمونه هشتم
آهن (mg/l)	۰/۱۴	۰/۰۸۴	۰/۲۸۹	۰/۳۸۹	۰/۲۱	۰/۲	۰/۱۱۲	۰/۸۸
منگنز (mg/l)	۰/۱۰۵	۰/۰۱	۰/۰۶۷	۰/۰۱۱	۰/۰۰۹	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۲
قلیاییت (mg/l)	۲۵۷	۲۵۹	۲۸۵	۲۲۰	۲۴۵	۲۴۰	۳۳۰	۳۵۰
COD (mg/l)	۷۰	۷۰	۸۰	۷۱	۵۶	۷۳	۱۱۲	۵۵
کلراید (mg/l)	۱۰۶/۳۶	۱۱۶/۲۸	۸۸/۶۳	۹۹/۲۳	۱۱۳/۴۴	۱۲۲	۱۱۰/۵	۱۰۸/۶۳
سولفات (mg/l)	۵۰	۶۸	۶۳	۴۸	۶۸	۷۰	۷۳	۸۰
سختی (mg/lCaCO3)	۱۹۶	۲۲۰	۱۹۰	۱۸۱/۰۶	۲۱۵/۲	۲۴۷	۲۴۷/۲	۲۲۴/۲
TDS (mg/l)	۴۲۰	۴۴۰	۴۶۳	۵۱۰	۴۸۰	۴۵۰	۴۸۲	۴۷۰
سیلیکا (mg/l)	۳۶/۸	۳۱/۹	۱۶/۳	۳۲/۲	۲۸/۶	۲۷/۸	۱۹/۶	۳۵/۶
pH	۸/۱۱	۸/۳۱	۸/۲۹	۸/۱	۸/۵	۸/۴۴	۸/۶۳	۸/۷۸
جامدات معلق (mg/l)	۴	۱۷	۴۳	۷۰	۱۴	۴	۱۳	۴



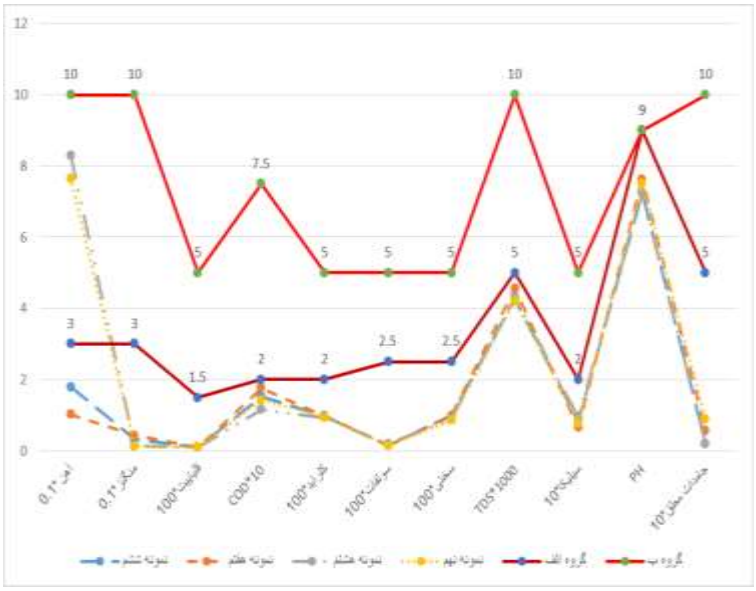
شکل ۷- نمودار مقایسه پارمترهای طبقه بندی پساب در ضوابط زیست محیطی استفاده از آب‌های برگشتی

Figure 7. Compering Physical & chemical of treated Wastewater Samples' Qualities with Environmental Regulations of Water Reusing

شکل ۸- نمودار تغییرات کیفیت پارامترهای پس از انعقاد و لخته سازی الکتریکی و مقایسه آن با استاندارد پیشنهادی راهنمای طبقه بندی آب صنعتی

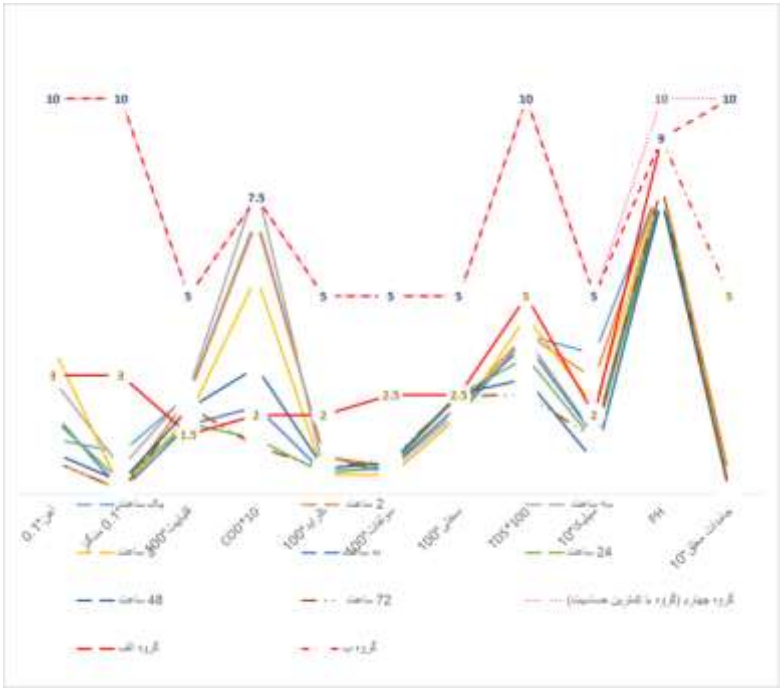
Figure 8. treated Wastewater Qualities with Electro Coagulation Compering it with Industrial Water Categorizing Guide

همانطور که در نمودار ۴ و ۵ نشـان داده شـده اسـت، کیفیـت پسماند خروجـی تصـفیه در کیفیـت پیشـنهادی در راهنمـای طبقه بندی آبهای صنعتی در محدوده مجاز قرار دارند بـه جـز نمونه شماره هفت که پارمتر COD آن بـالاتر از میـزان مـورد قبول این نشریه می‌باشد. از این نظر تحقیـق حاضـر بـا نتـایج تحقیقات کن و همکاران(۲۰۰۶)، یوکسل و همکـاران(۲۰۰۹)، دنگ و یانگ(۲۰۰۸) نتایج تحقیقات فیدال(۲۰۰۷)، زالسچی و همکاران(۲۰۱۳)، ملکوتیان و همکاران(۲۰۱۷)، ژاو و همکـاران (۲۰۱۴) و هاشیم و همکاران (۲۰۲۰) در خصوص بـه حـداقل رساندن کلراید، سختی، pH، آهن و ... یکسان است. اما نتیجـه تحقیق کن و همکاران(۲۰۰۶)،در خصوص به استاندارد رساندن COD نتایجی خلاف نتیجه مطالعه حاضر نشان دادند.



شکل ۹- نمودار تغییرات کیفیت پارمترهای پس از انعقاد الکتریکی و مقایسه آن با ضوابط زیست محیطی استفاده از آب‌های برگشتی

Figure 9. treated Wastewater Qualities with Electro Coagulation Compering it with Environmental Regulations of Water Reusing



شکل ۱۰- تاثیر زمان ماند بر کیفیت پساب

Figure 10. terrace of different retention times on treated wastewater Qualities

۳-۲- بررسی تغییرات پارامترهای فیزیکی شیمیایی اولیه نسبت به زمان

در این مرحله از آزمایش‌ها نمونه‌های اول تا نهم با استفاده ظروف ۲۰ لیتری به منظور بررسی تاثیر مدت زمان‌های ماند زیر به تحت شرایط هوادهی از سطح (باز بودن سطح ظرف) انجام پذیرفت. در جدول ۶ مقادیر متناظر با نمونه‌های قبلی

اندازه گیری شده نشان داده شده است. (لازم به ذکر است که نمونه شماره ۹ با زمان ماند ۸۴ ساعت به علت افزایش بو ناشی از سولفات قابل استفاده به عنوان آب آتشنشانی نبوده و بر روی آن آزمایش کیفی انجام گرفته نشد). نتیجه بدست آمده با نتیجه مطالعه درگاهی و همکاران(۱۳۹۳) و مطالعه علی‌زاد اقیانوس و یگانی(۱۳۹۸) در یک راستا می‌باشد.

جدول۶- بررسی تغییرات کیفی نمونه های پساب نسبت به زمان

Table 6. Treated wastewater qualities in different retention time

زمان ماند	۱ ساعت	۲ ساعت	۳ ساعت	۵ ساعت	۱۰ ساعت	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	گروه چهارم (گروه با کمترین حساسیت)	گروه الف
پارامترها	نمونه ۱	نمونه ۲	نمونه ۳	نمونه ۴	نمونه ۵	نمونه ۶	نمونه ۷	نمونه ۸		
آهن*۰,۱(mg/l)	۱/۴	۰/۸۴	۲/۸۹	۳/۷	۲/۰۵	۱/۹	۱/۰۵	۰/۸۵	۱۰	۳
0.1*منگنز(mg/l)	۱/۰۵	۰/۱	۰/۶۶	۰/۱	۰/۰۸	۰/۳	۰/۳	۰/۱	۱۰	۳
قلیاییت*۱۰۰(mg/l)	۲/۵	۲/۴۶	۲/۶	۱/۹۸	۱/۷۵	۱/۷۸	۲/۱۵	۲/۲	۵	۱/۵
COD*10(mg/l)	۷	۶/۹	۷/۸	۵/۵	۲/۲	۱/۴	۳/۲	۱/۲	۷/۵	۲
کلراید*۱۰۰(mg/l)	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۵۶	۰/۴۸	۰/۵۴	۰/۵۲	۰/۶۳	۰/۶۴	۵	۲
سولفات*۱۰۰(mg/l)	۰/۵	۰/۶۸	۰/۶۳	۰/۴۵	۰/۶۹	۰/۷۲	۰/۷۹	۰/۹	۵	۲/۵
سختی*۱۰۰(mg/lCaCO3)	۱/۹۷	۲/۲۴	½	۱/۹۸	۲/۲۵	۲/۵۱	۲/۵۴	۲/۴۸	۵	۲/۵
TDS*100(mg/l)	۴/۰۲	۴/۰۵	۳/۹۵	۴/۵	۳/۸	۳/۴۵	۲/۹	۲/۵	۱۰	۵
سیلیکا*۱۰(mg/l)	۳/۵۵	۲/۹	۱/۵	۲/۲	۱/۴۵	۱/۳۲	۱/۸۲	۱/۴	۵	۲
pH	۷/۹	۷/۹	۷/۹	۷/۸	۷/۶	۷/۵	۷/۴۵	۷/۸	۱۰	۹
جامدات معلق*۱۰(mg/l)	۰/۲	۰/۴	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۱۰	۵

همانگونه که در جدول فوق و همچنین شکل ۷ نشان داده شده است با استفاده از نگهداری این پساب در مخزن غلظت بیشترپارامترهای کیفی پساب بجز سولفات و سختی بهبود پیدا کرده است.

۳-۳- بررسی پارامترهای میکروبی:

الف) گندزدایی پساب بعد از حوض ته نشینی

در مرحله اول بر روی ۵ نمونه اول از پساب خروجی با تزریق میزان ۰/۲ میلی گرم بر لیتر هیپوکلرید سدیم و در زمان ماندهای مختلف میزان پارامترهای میکروبی و میزان غلظت کلرباقی مانده اندازه گیری شد که خلاصه نتایج آن به قرار جدول ۷ ارائه و نمودار میزان درصد حذف این پارامترها در شکل ۸ آمده است. نتایج حاصله از تحقیق با نتیجه مطالعه فیدال(۲۰۰۷) و تحقیقات زالسچی و همکاران (۲۰۱۳) که فرآیند انعقاد الکتروشیمیایی پساب های تصفیه شده برای استفاده مجدد را به عنوان بهترین گندزدا نام برده‌اند در یک راستا می‌باشد.

جدول ۷- میزان وجود پارامترهای میکروبی در ۱۰۰ میلی لیتر پساب خروجی حوض تهنشینی تصفیه خانه

Table 7. micro-organism parameters in 100ml of wastewater treatment Effluent sample

	زمان ماند	کل کلیفرم در خروجی	کل کلیفرم بعد از گندزدایی	کلیفرم گوارشی در خروجی تصفیه خانه	کلیفرم گوارشی بعد از گندزدایی	تخم انگل در خروجی تصفیه خانه	تخم انگل بعد از گند زدایی	کلر آزاد باقی مانده در خروجی تصفیه خانه	تخم انگل در خروجی تصفیه خانه
نمونه اول	یکساعت	۲۰۰۰۰	۴۳	۴۰۰	۱۵	۰	۰	۰	۰
نمونه دوم	ده ساعت	۸۰۰۰۰	۹	۵۰۰۰	۰	۰	۰	۰/۰۱	۰
نمونه سوم	۲۴ ساعت	۹۰۰۰۰	-	۳۰۰۰	-	۰	-	۰/۰۲	۰
نمونه چهارم	۴۸ ساعت	۶۰۰۰۰	۴	۸۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰
نمونه پنجم	۷۲ ساعت	۲۰۰۰۰	-	۳۰۰۰	-	۰	-	۰/۰۱	۰

شکل ۱۱- نمودار بررسی درصد حذف پارامترهای میکروبی نمونه ها بعد از گندزدایی

Figure11. micro-organism parameter removal after disinfection

ب) بررسی پارمترهای میکروبی پس از فرایند انعقادولخته سازی الکتریکی

بر روی شش نمونه از پساب ارتقا یافته در نمونه‌های آزمایش انعقاد و لخته سازی آزمایش میکروبی قرار گرفت. بدین صورت که بعد از تزریق هیپوکلرید سدیم به غلظت ۰/۲ میلی گرم بر لیتر به پساب خروجی از انعقاد و لخته سازی پارامترهای میکروبی مورد پایش قرار گرفتند که نتایج آن به قرار جدول ۸ است.

جدول ۸- میزان وجود پارامترهای میکروبی در ۱۰۰ میلی لیتر پساب خروجی انعقاد و لخته سازی الکتریکی

Table 8. micro-organism parameters in 100ml of samples after Electro Coagulation

	کل کلیفرم در خروجی(mg/l)	کل کلیفرم بعد از گندزدایی(mg/l)	کلیفرم گوارشی در خروجی تصفیه خانه(mg/l)	کلیفرم گوارشی بعد از گندزدایی(mg/l)	تخم انگل در خروجی تصفیه خانه(mg/l)	تخم انگل بعد از گند زدایی(mg/l)	کلر آزاد باقی مانده در خروجی تصفیه خانه(mg/l)
نمونه اول	۶۰۰۰	ND*	۳۰۰۰	ND	۰	-	۰/۱۷
نمونه دوم	۷۰۰۰	ND	۵۰۰۰	ND	۰	-	۰/۱۹
نمونه سوم	۶۰۰۰	ND	۴۰۰۰	ND	۰	-	۰/۱۸
نمونه چهارم	۷۰۰۰	ND	۷۰۰۰	ND	۰	-	۰/۲
نمونه پنجم	۹۰۰۰	ND	۴۰۰۰	ND	۰	-	۰/۲
نمونه ششم	۴۰۰۰	ND	۳۰۰۰	ND	۰	-	۰/۲

*ND مشاهده نگردید.

در این مرحله از آزمایش‌ها نمونه‌های اول تا نهم با استفاده ظروف ۲۰ لیتری به منظور بررسی تاثیر مدت زمان‌های ماند زیر به تحت شرایط هوادهی از سطح (باز بودن سطح ظرف) انجام پذیرفت. در جدول ۵ مقادیر متناظر با نمونه‌های قبلی اندازه گیری شده نشان داده شده است. (لازم به ذکر است که نمونه شماره ۹ با زمان ماند ۸۴ ساعت به علت افزایش بو ناشی از سولفات قابل استفاده به عنوان آب آتشنشانی نبوده و بر روی آن آزمایش کیفی انجام گرفته نشد).

نتیجه‌گیری

در این تحقیق به بررسی استفاده از پساب تصفیه خانه فاضلاب شهری به عنوان منبع آب آتش نشانی پرداخته شد، در همین راستا با بررسی استانداردهای موجود در ایران تنها استانداردهای که به پارامترهای کیفی فیزیکی و شیمیایی و میکروبی آب آتشنشانی پرداخته بودند گردآوری گردید. با نمونه برداری از خروجی حوض ته‌نشینی ثانویه تصفیه خانه پارامترهای فیزیکی و شیمیایی پساب در ۹ روز مختلف مورد بررسی قرار گرفت و تنها در یک نمونه میزان غلظت COD استانداردهای پیشنهادی را برآورد ننمود. همچنین پارمترهای میکروبیولوژی در این پساب بعد از انجام گندزدایی با هیپوکلرید سدیم مورد آزمایش قرار گرفت که در نمونه اول با راندمان ۹۶/۳ درصد حذف کلیفرم گوارشی و ۹۹/۸درصد حذف کل کلیفرم کمترین راندمان حذف را داشت که در این نمونه میزان کلر باقی مانده صفر اندازه گیری گردید، در سایر نمونه ها میزان حذف این پارامترها برابر ۱۰۰ درصد بود. نمونه‌های که مورد فرایند انعقاد و لخته سازی الکتریکی قرار گرفتند نیز در آزمایشگاه مورد بررسی کیفی قرار گرفتند و در این بین این فرایند با میانگین درصد حذف‌های نشان داده شده در جداول زیر به عنوان یکی از موثرترین روش‌های تصفیه تکمیلی مشخص گردید و خروجی این واحد تصفیه به عنوان منبع آب آتشنشانی قابل استفاده است. همچنین تغییرات پارامترهای کیفی با نگهداری آن به جز میزان سولفات و میزان سختی رو به بهبود بوده و تا زمان ماند ۷۲ ساعت این نمونه‌ها به عنوان منبع آب آتشنشانی قابل استفاده می‌باشند، میزان و درصد تغییرات کیفی این پارامترها در جداول ۹ و ۱۰ بیان شده اند.

جدول ۹- بررسی پارمترهای کیفی آب و میزان تغییرات کیفی آن در روش‌های مختلف

Table 9. water qualities and their removal percentage in this research

پارامتر	واحد	میانگین غلظت ورودی	میانگین غلظت خروجی	درصد حذف بعد از کواگولیشن
آهن	(mg/l)	۰/۴۹	۰/۴۷	۴/۷۲
منگنز	(mg/l)	۰/۰۳	۰/۰۳	۲۰/۴۷
قلیاییت	(mg/l)	۲۹۹/۰۵	۹/۹۱	۹۶/۶۹
COD	(mg/l)	۷۹۰/۰۳	۱۴۶/۶۳	۸۱/۴۴
کلراید	(mg/l)	۱۱۳/۶۸	۹۵/۱۵	۱۶/۳
سولفات	(mg/l)	۷۳/۲۵	۱۶	۷۸/۱۶
سختی	(mg/l CaCO3))	۲۲۷/۶	۹۳/۳۵	۵۸/۹۹
TDS	(mg/l)	۴۶۲/۸۳	۴۳۴/۳۸	۶/۱۵
سیلیکا	(mg/l)	۲۸	۸/۰۴	۷۱/۳۰
PH		۸/۵۱	۷/۴۱	۱۳/۰۱
جامدات معلق	(mg/l)	۱۱	۴/۶۳	۵۷/۹۵

جدول ۱۰- درصد حذف پارمترهای فیزیکی شیمیایی نسبت به زمان

Table 10. Physical & chemical Parameters Removal in different Retention time

	۱ ساعت	۲ ساعت	۳ ساعت	۵ ساعت	۱۰ ساعت	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت
آهن*۰,۱	۰	۰	۰	۴/۱	۲/۴	۵	۶/۳	۳/۴
منگنز*۰,۱	۰	۰	۱/۵	۹/۱	۱۱/۱	۲۵	۴۰	۵۰
قلیاییت*۱۰۰	۲/۷	۵	۸/۸	۱۱/۴	۲۸/۶	۲۵/۸	۳۴/۸	۳۷/۱
COD*۱۰	۰	۱/۴	۲/۵	۲۲/۵	۶۰/۷	۸۰/۸	۷۱/۴	۷۸/۲
کلراید*۱۰۰	۷/۹	۱۸/۳	۳۶/۸	۵۱/۶	۵۲/۴	۵۷/۴	۴۳	۴۱/۱
سولفات*۱۰۰	۰	۰	۰	۰	-	-	-	-
سختی*۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-
TDS*۱۰۰	۴/۳	۸	۱۴/۷	۱۱/۸	۲۰/۸	۲۳/۳	۳۹/۸	۴۶/۸
سیلیکا*۱۰	۳/۵	۹/۱	۸	۳۱/۷	۴۹/۳	۵۲/۵	۵۸/۲	۶۰/۷
pH	۲/۶	۴/۹	۴/۷	۳/۷	۱۰/۶	۱۱/۱	۱۳/۷	۱۱/۲
جامدات معلق*۱۰	۵۰	۷۶/۵	۹۷/۷	۹۸/۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

238:347–357. doi: 10.1016/j.desal.2008.08.001

10. Jefferson B, Laine A, Parsons S, et al (2000) Technologies for domestic wastewater recycling.
11. Can, O. T., et al. "Treatment of the textile wastewater by combined electrocoagulation." Chemosphere 62. 2 (2006): 181-187.
12. Yüksel, Evrim, İ. AyhanŞengil, and MahmutÖzacar. "The removal of sodium dodecyl sulfate in synthetic wastewater by peroxi-electrocoagulation method." Chemical Engineering Journal 152.2-3 (2009): 347-353.
13. Den, Walter, and Chia-Jung Wang. "Removal of silica from brackish water by electrocoagulation pretreatment to prevent fouling of reverse osmosis membranes." Separation and Purification Technology 59.3 (2008): 318-325.
14. Dargahei, A., M. pirsaheb, M.T. Savadpour, M. Alighadr and M. farrokhi. (2010). The effect of residence time and temperature on the efficiency of the stabilization pond system in oil wastewater treatment. Journal of olomvateqnologhymohitezist, 2(61), Pp: 13-24.
15. NidalFayad. The application of electrocoagulation process for wastewater treatment and for the separation and purification of biological media. Chemical and Process Engineering. Université Clermont Auvergne, 2017. English. NNT : 2017CLFAC024. tel-01719756.
16. Zaleschi, Laura, et al. "Electrochemical coagulation of

References

1. Teymory. AbdolahyMayvan, Hasan nejead, Garaii, Investigation of drying index in Iran, the First National Conference of Drought and climate change. 2011. (In Persian)
2. Zamani&Taeebi, gray water reuse and treated wastewater qualities for domestic reuse towards sustainable development of water resources in the country. Journal of Human and Environment, 2010. (In Persian)
3. NaserGhafor, Water in Firefighting. Urban and rural management of municipalities of rural areas of the country. (In Persian)
4. National Standard Organization, Water reuse in municipal reuse. Satandard No. 15633. 2018. (In Persian)
5. Environmental Regulations of Water Reusing in Iran. No. 535. 2010
6. Environmental Regulations of Row Water, Water Reuse for Industrial and outgoing resources. Bouget and Planning Organization. No 462. (In Persian)
7. Teh XY, PohC3:C23 PE, Gouwanda D, Chong MN (2015) Decentralized light greywater treatment using aerobic digestion and hydrogen peroxide disinfection for non-potable reuse. J Clean Prod 99:305–311. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.03.015
8. Gorjian S, Ghobadian B (2015) Solar desalination: A sustainable solution to water crisis in Iran. Renew Sustain Energy Rev 48:571–584. doi: 10.1016/j.rser.2015.04.009
9. Kim J, Song I, Oh H, et al (2009) A laboratory-scale graywater treatment system based on a membrane filtration and oxidation process — characteristics of graywater from a residential complex. Desalination

treated wastewaters for reuse." Desalination and water treatment 51.16-18 (2013): 3381-3388.
17. Mamelkina, Maria A., et al. "Removal of sulfate from mining waters by electrocoagulation." Separation and Purification Technology 182 (2017): 87-93.
18. Zhao, Shan, et al. "Hardness, COD and turbidity removals from produced water by electrocoagulation pretreatment prior to reverse osmosis membranes." Desalination 344 (2014): 454-462.
19. Hashim, Khalid S., et al. "Energy efficient electrocoagulation using baffle-plates electrodes for efficient Escherichia coli removal from wastewater." Journal of Water Process Engineering 33 (2020): 101079.
20. Cotillas, Salvador, et al. "Optimization of an integrated electrodisinfection/electrocoagulation process with Al bipolar electrodes for urban wastewater reclamation." Water research 47.5 (2013): 1741-1750.
21. Anfruns-Estrada, Eduard, et al. "Inactivation of microbiota from urban wastewater by single and sequential electrocoagulation and electro-Fenton treatments." Water research 126 (2017): 450-459
22. Ghernaout, Djamel, Mabrouk Touahmia, and Mohamed Aichouni. "Disinfecting water: Electrocoagulation as an efficient process." Applied Engineering 3 (2019): 1-12.
23. Englehardt JD, Wu T, Tchobanoglous G (2013) Urban net-zero water treatment and mineralization: Experiments, modeling and design. Water Res 47:4680–4691. doi: 10.1016/j.watres.2013.05.026
24. Neto, S.J. &Mainier, Fernando & Cruz Moreira, Marcos. (2014). Water reuse and its importance for firefighting training of offshore workers. Boletim do ObservatórioAmbiental Alberto Ribeiro Lamego. 8. 47-56. 10.19180/2177-4560.v8n214-04.