

تصفیه پیشرفته پساب تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان در مقیاس پایلوت به منظور استفاده در کشاورزی

حسن هاشمی^{۱*}، محمد مهدی امین^۲، حسین فرخ زاده^۲، بیژن بینا^۲ و حسین موحدیان^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

۲- عضو هیئت علمی گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

چکیده

استفاده از حجم عظیم پساب خروجی تصفیه خانه شمال اصفهان (بطور متوسط $1/5m^3/s$) می تواند به عنوان منبع آب بالقوه جهت رفع نیاز آبی به ویژه آبیاری محدود مؤثر واقع شود، اما ارتقای کیفیت میکروبی آن به منظور پیشگیری از تهدیدات جدی آن برای محیط زیست و سلامتی انسان تا حد استاندارد قبل از استفاده ضروری است. به منظور تصفیه پیشرفته پساب تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان و استفاده ایمن آن در آبیاری کشاورزی، در این مطالعه گندزدایی پسابهای با کیفیت مختلف (ثانویه، زلال سازی شده و فیلتر شده) با استفاده از لامپهای فرابنفش کم فشار و فشار متوسط در مقیاس پایلوت در تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان ارزیابی و با هم مقایسه شده اند. طبق نتایج بدست آمده، در پساب سیستم فیلتراسیون با $SOR = 1050 \text{ lit}/m^2 \cdot \text{hr}$ و به دنبال آن راکتور حاوی لامپهای فشار متوسط با دوز متوسط $230 \text{ mws}/cm^2$ (شدت متوسط $45/54 \text{ mw}/cm^2$ و زمان تماس ۵ ثانیه) کلیفرمهای کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی بدون رشد مجدد، $6\text{Log}-3$ غیر فعال شدند که کمتر از حد استاندارد بوده و گزینه ای مؤثر و اقتصادی جهت گندزدایی پساب است.

کلمات کلیدی: تصفیه پیشرفته، تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان، مقیاس پایلوت و کشاورزی

مقدمه

با رشد جمعیت و گسترش روز افزون شهرها، انتظار می رود که رقابت بین شهرها و مزارع بر سر منابع آب افزایش یابد [۱]. از آن جایی که منابع آب شیرین رو به نقصان گذاشته و منابع جدید دسترس ناپذیرتر می شوند، باید منابع جایگزینی برای آب کشاورزی یافت. استفاده مجدد از فاضلاب، شیرین کردن آب دریا و استفاده از آبهای شور سه راهکار امیدبخش محسوب می شوند. به چند دلیل استفاده مجدد از فاضلاب مقبولیت بیشتری یافته است که از آن جمله می توان به: نیاز به آب بیشتر، قوانین کنترل آلودگی آب که منابع مالی را ملزم به هزینه در بخش تصفیه فاضلاب می کنند، رهنمودهای قانونی برای حفاظت بیشتر از آب و بالا رفتن هزینه های انرژی و مسائل اقتصادی مربوط به توسعه منابع دور از دسترس آب، اشاره کرد [۲ و ۳]. بهبود کیفیت پساب ها با کاهش مصرف انرژی و هزینه ها، نیازمند استفاده از تکنولوژی های نوین است که یکی

* Email: h2_hashemi62@yahoo.com

از آنها، اشعه فرابنفش (UV) است. این تکنولوژی قادر به گندزدایی مؤثر پساب با به حداقل رساندن اثرات بهداشتی و زیست محیطی می باشد. طراحی و بهره برداری سیستم های گندزدایی نیاز به دقت دارد تا اطمینان حاصل شود که تجهیزات ایمن، مطمئن و اقتصادی اند. کیفیت فاضلابهای شهری بستگی به نوع جامعه و نوع سیستم تصفیه دارد [۵ و ۴]. پساب ورودی به سیستم گندزدایی UV باید تا حد امکان عاری از مواد جاذب اشعه باشد. بنابراین از سیستم فیلتراسیون به عنوان فرایند متداول جهت حذف عوامل مزاحم قبل از واحد UV استفاده می شود. اگر چه اطلاعات مربوط به فرایند فیلتراسیون جهت تصفیه فاضلاب در متون ذکر شده است ولی دلیلی بر استفاده در مقیاس کامل با استفاده از این اطلاعات وجود ندارد. دلیل اصلی استفاده از مطالعات پایلوت قبل از استفاده در مقیاس کامل، خصوصیات متغیر جامدات معلق در پساب ورودی به فیلتر است [۶ و ۷].

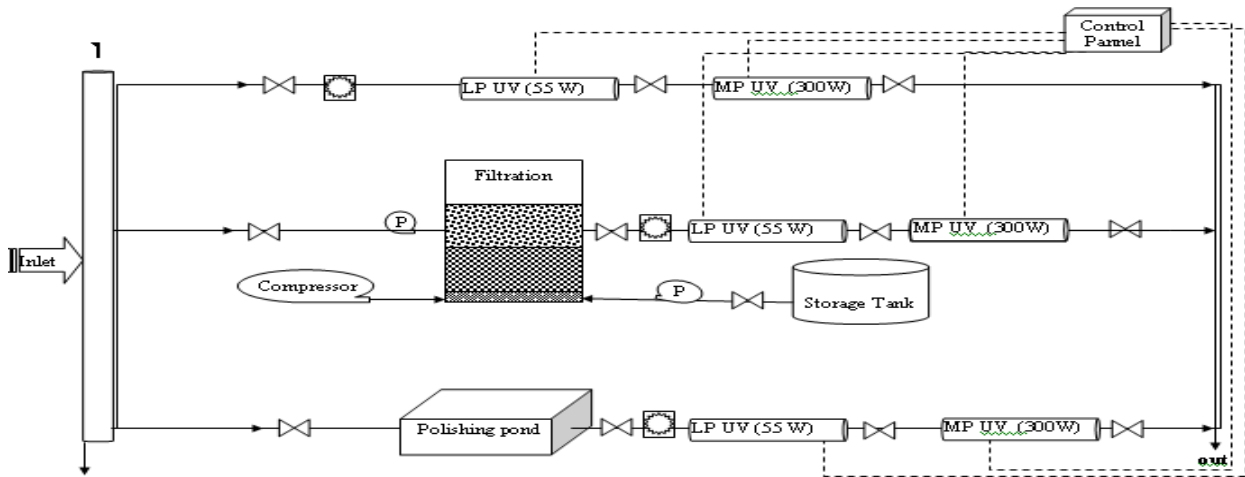
طبق گزارشات، در زمین های وسیع زراعی پایین دست تصفیه خانه شمال اصفهان به دلیل کمبود آب کشاورزی، کشاورزان به ناچار از حجم عظیم پساب خروجی از تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان جهت آبیاری استفاده می کنند. در حالیکه پساب مورد استفاده، فاقد استانداردهای لازم جهت استفاده های مجدد می باشد و به دلیل اثرات زیانبار بهداشتی و زیست محیطی استفاده از چنین پسابی غیر مجاز است. این مطالعه با هدف تصفیه پیشرفته پساب خروجی از تصفیه خانه شمال اصفهان تا سطح استاندارد به منظور استفاده مجدد ایمن در مقیاس پایلوت در محل تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان صورت گرفته است.

مواد و روش ها

این مطالعه از نوع مداخله ای بوده و برای تصفیه پیشرفته پساب، سه پایلوت با گزینه های مختلف تصفیه و گندزدایی شامل (پساب ثانویه + MP + LP، زلال سازی + MP + LP، فیلتراسیون + MP + LP) طراحی و در محل تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان نصب شد. پیش تصفیه سیستم گندزدایی UV شامل زلال سازی (با حجم ۲۰۰۰ lit و زمان ماند یک روز) و فیلتر شنی تحت فشار (با عمق بستر ۱m و اندازه مؤثر ۴-۶mm و $SOR = 1091 - 84$ lit/m².hr) بود. سیستمهای UV بصورت مدول لوله ای و از نوع کم فشار (۵۵ W)، منوکروماتیک و فشار متوسط (۳۰۰ W)، پلی کروماتیک) بطور سری پس از واحدهای پیش تصفیه نصب شد. تمام سیستمها بطور پیوسته تحت شرایط مختلف (نوع پساب و دوز UV) بهره برداری می شد. نمونه های میکروبی (کلیرم کل، مدفوعی و استریپتوکوک مدفوعی) و پارامترهای (VSS، pH، COD، BOD₅، TSS) بطور هفتگی از پساب ورودی به پایلوت و قبل و بعد از هر واحد تهیه و مورد آزمایش قرار می گرفت. تمام آزمایشات مطابق کتاب روشهای استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب (استاندارد متد- ۲۰۰۵) انجام شده است [۸]. شکل شماتیک پایلوت مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

از محل اختلاط پساب دو فاز تصفیه خانه پساب با دبی ۱m³/hr به ورودی پایلوت پمپاژ می شد. در گزینه یک از سیستم پایلوت، پساب ورودی بدون پیش تصفیه مستقیماً توسط لامپهای کم فشار و فشار متوسط UV پرتو دهی می شد. در گزینه ۲ پساب فیلتر شده و در گزینه ۳ پساب زلال شده با زمان ماند یک روز توسط لامپهای کم فشار و فشار متوسط UV پرتو دهی می شد. دوز پرتو دهی با تنظیم دبی ورودی به راکتور گندزدایی تنظیم می شد. زمان ماند هیدرولیکی به عنوان زمان پرتو دهی

در نظر گرفته می شود. بنابراین دوز پرتودهی از حاصل ضرب شدت متوسط اشعه در زمان پرتودهی بصورت زیر بر حسب $D = I_{avg} t$ محاسبه می شود. $mW.s/cm^2$



شکل ۱- طرح شماتیک پایلوت مورد استفاده

شدت متوسط اشعه تابع شدت اولیه اشعه تابشی از لامپ، عمق نمونه مورد پرتودهی و میزان جذب اشعه توسط مایع می باشد [۹].

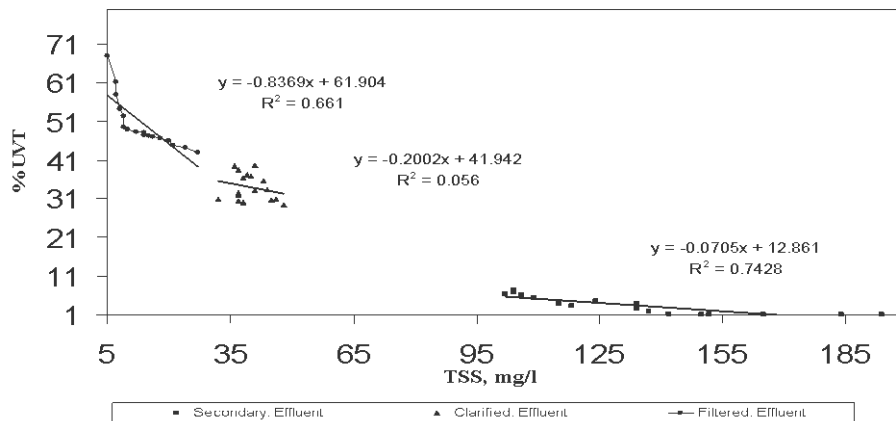
$$I_{avg} (mw/cm^2) = I_0 \left(\frac{1 - 10^{-cd}}{cd} \right)$$

داده های حاصل از آزمایشات با استفاده از نرم افزارهای excel و SPSS تجزیه و تحلیل شد.

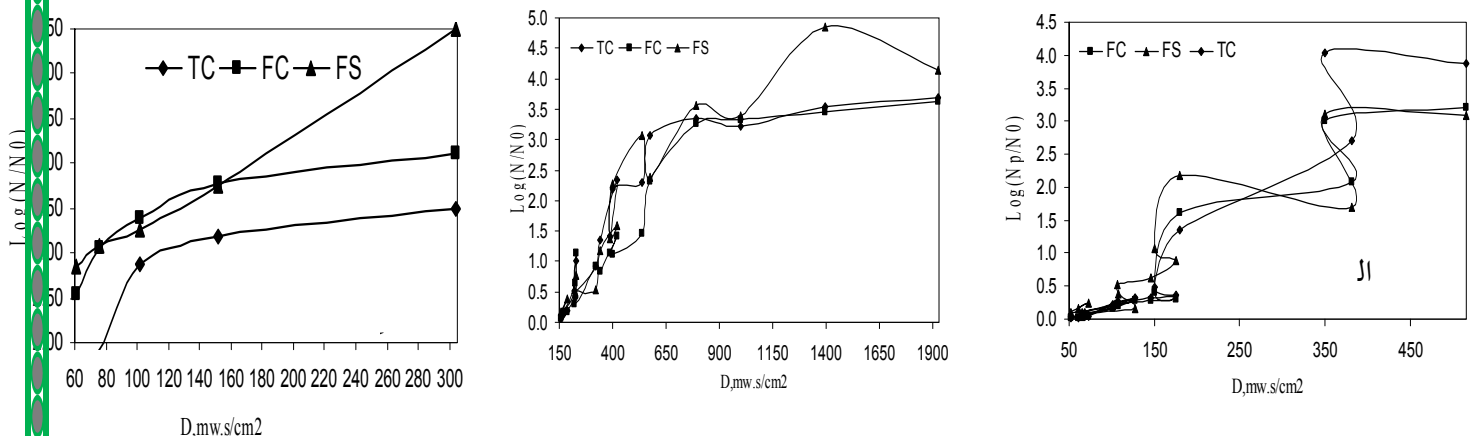
نتایج و بحث

متوسط کارایی حذف COD، BOD5، TSS و VSS در تانک زلال سازی با زمان ماند یک روز به ترتیب ۶۹، ۴۱، ۵۲ و ۴۱ درصد و برای کلیفرمهای کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی به ترتیب ۶۴، ۶۷ و ۶۶ درصد بوده است. قسمت عمده باکتریهای حذف شده در تانک زلال ساز مربوط به باکتریهای لخته ای و به دام افتاده در ذرات بزرگ می باشند. مقادیر پارامترهای COD، BOD5، TSS و VSS در پساب فیلتر شده با دبی ورودی ۲۵ lit/min و نرخ فیلتراسیون ۱۰۴۹ lit/m².hr به ترتیب ۱۲۸، ۴۶، ۲۴ و ۷۱ میلی گرم در لیتر و لگاریتم کاهش باکتریهای کلیفرم کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی به ترتیب ۰/۲۴، ۰/۲۲ و ۰/۲۹ بوده است. کلیفرم کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی در گذر دایی پساب ثانویه با لامپ کم فشار در حداکثر دوز اشعه ۱۶۱ mWs/cm² به ترتیب از ۳×۱۰^۶، ۵×۱۰^۶ و ۲×۱۰^۵ به ۲×۱۰^۲، ۱/۵×۱۰^۲ و ۴/۲×۱۰^۲ کاهش یافت. دلیل عمده کاهش غیر فعال سازی باکتریها در گذر دایی پساب ثانویه بدون استفاده از سیستم پیش تصفیه، وجود غلظت بالای ذرات و عمدتاً با اندازه بزرگ و فلوک های خارج شده از حوض ته نشینی ثانویه می باشد. این ذرات قادر به پراکنش

اشعه UV هستند یا از باکتریها در برابر پرتو محافظت می کنند [۹]. آنالیز آماری One Way ANOVA تفاوت معنی داری را در بار میکروبی پساب خروجی از ۳ گزینه تصفیه نشان داد. عبور اشعه در طول موج ۲۵۴ nm از پساب ثانویه، زلال شده و فیلتر شده به ترتیب ۵/۳، ۳۴ و ۵۱ درصد بوده است. گندزدایی مستقیم پساب ثانویه با اشعه UV به دلیل غلظت بالای جامدات معلق مقدر نبوده و پرتو دهی پساب زلال سازی شده در دوز های بالاتر از 790 mWs/cm^2 مؤثر بوده است. پیش تصفیه پساب توسط فیلتر شنی با $\text{SOR} = 1049 \text{ lit/m}^2 \cdot \text{hr}$ و گندزدایی آن با لامپهای فشار متوسط با دوز متوسط 230 mWs/cm^2 (با شدت متوسط $45/54 \text{ mW/cm}^2$ و زمان تماس ۵ ثانیه) باعث غیر فعال سازی $3-6 \text{ Log}$ از کلیفرمهای کل، مدفوعی و استرپتوکوک بدون رشد مجدد تا حد استاندارد میکروبی سازمان حفاظت محیط زیست ایران شد که گزینه ای مؤثر و اقتصادی جهت بازیابی پساب است.



شکل ۲- نمودار درصد عبور اشعه UV در مقابل محتوای TSS پساب ثانویه، زلال شده و فیلتر شده



شکل ۳- لگاریتم غیر فعال سازی باکتریهای هدف توسط UV در گندزدایی پساب (الف: ثانویه، ب) زلال شده و ج) فیلتر شده

منابع

1. Gomez M et al. 2006., Urban wastewater treatment disinfection by filtration technologies. Desalination 190 .16-28.
2. NYSERDA. 2004. "Evaluation of Ultraviolet (UV) Radiation Disinfection". December

3. **APHA. 2005.** "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater". 20th ed.
4. **Clesceri, L. S., Greenberg, A. E., and Eaton, A. D. 2007.** water reclamation. American Public Health Association, Washington, DC.
5. **Ballester N.B. 2009.** "Use of soil filtration and UV disinfection for advanced wastewater treatment", WEFTEC
6. **Munoz I.J. 2008.** "Study of different alternatives of tertiary treatments for wastewater reclamation to optimize the water quality for irrigation reusedesalination 222
7. **Water Environment Federation. 2008.**Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants". McGraw-Hill.
8. **Metcalf and Eddy." 2003.**wastewater engineering: treatment, disposal and reuse",Forth edition, McGraw-Hill.
9. **Takashi A. et al. 2007.** "Water reuse: issues, technologies, and applications".Metcalf and Eddy, Inc.

Advanced Treatment of Isfahan North WWTP Effluent in Pilot Plant for Reuse in Agriculture

Hassan Hashemi*

Environmental Engineering Health student in MSc Course- Isfahan University of
Medical Sciences- Health Faculty

Abstract

The reuse of Isfahan North Wastewater Treatment Plant (WWTP) effluent (flow rate: 1.5m³/s) could be considered as an alternative water resource especially for restricted irrigation. However, reuse of sub-standard effluent poses a risk for public health and environment, so the specific levels of microbial removal are required. For advanced treatment of Isfahan North WWTP effluent and safe use in irrigation, disinfection of different effluents (secondary, clarified and filtered) with Low and Medium pressure of UV lamps were evaluated in pilot scale..

According to the results, It can be concluded that filtration with loading of 1050 lit/m².hr, followed by MP lamp with dose of 230 mW.s/cm² (45 mW/cm² average intensity and 5 sec exposure time) is the cost effective alternative to reduced the coli forms and streptococcus inactivation(3-6 log)in the secondary effluent without regrowth to meet the Iranian standards for effluent discharge (1000 TC, and 400FC/100ml) and reuse in agriculture.

Keyword: Advanced Treatment, Isfahan North WWTP, Pilot Plant, Agriculture

* E-mail: h2_hashemi62@yahoo.com