CORE
Metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
Provided by shahrekord university of medical scinces

مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد/ دوره ۱۲، شماره ۳/ پاییز ۱۳۸۹/ ۸۴-۷۷

بررسی عملکرد واحدهای زلال سازی و اشعه ماوراء بنفش (UV) در تصفیه و گندزدایی پساب تصفیه خانه فاضلاب

حسن هاشمی*، دکتر مهربان صادقی**[1]، دکتر محمد مهدی امین***

*مربی گروه بهداشت- دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، ** دانشیار بهداشت – مرکز تحقیقات گیاهان دارویی-دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد،
***استادیار گروه بهداشت- دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.

تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۲۱ تاریخ تایید: ۸۸/۱۰/۱۳

چکیده:

زمینه و هدف: استفاده از پساب تصفیه خانه فاضلاب شهری به خصوص در مصارف کشاورزی مستلزم گندزدایی پساب تا حد استاندارد می باشد. کاربرد اشعه UV به دلیل معایب کمتر در مقایسه با سایر گندزداها، در نقاط مختلف دنیا در حال گسترش است. هدف از انجام این مطالعه بررسی امکان تصفیه و گندزدایی پساب تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان با واحد زلال سازی و اشعه UV می باشد.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی از یک واحد زلال ساز و دو نوع سیستم گندزدایی فرابنفش کم فشار (LP) و فشار متوسط (MP) جهت گندزدایی پساب ثانویه استفاده شد. پارامترهای میکروبی کلیفرم کل و مدفوعی، استرپتوکوک مدفوعی و همچنین پارامترهای شیمیایی کل مواد معلق TSS (Total Suspended Solids)، آهن، سختی، جذب و عبور اشعه UV در نمونه های برداشت شده قبل و بعد از واحدها مورد آزمایش قرار گرفت. داده ها با استفاده از آزمون آماری t زوجی تجزیه و تحلیل گردید.

یافته ها: متوسط عبور اشعهUV در طول موج ۲۵٤ nm (نانومتر) از پساب زلال شده ۳٤ درصد و میزان جذب اشعه ۰/٤۷ au/cm بدست آمد. در گندزدایی پساب زلال شده توسط لامپ LP، MP و تلفیق هر دو نوع لامپ، به ترتیب در دوز اشعه ٤۰۰، ۵۷٦ و ٤۰۷ mws/cm^2 (میلی وات ثانیه بر سانتی متر مربع) غلظت کلیفرم‌ها به حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران (۱۰۰ml /FC ٤۰۰ و TC ۱۰۰۰) رسید و تعداد استرپتوکوک مدفوعی در دوزهای ٤۰۰mws/cm^2، ٤۲۲ و ٤۰۷mws/cm^2 تا log ۵ کاهش یافت (P<۰/۰۵). حداکثر رشد مجدد کلیفرم ها در پساب گندزدایی شده با لامپ LP بوده که حدود ۷ درصد مشاهده شد. بیشترین مقدار رسوب تشکیل شده در سطح لامپ ها در TSS= ٤۸ mg/l بود در حالی که غلظت های سختی کل و آهن به ترتیب ۲٤۹ و ۰/٤۸ میلی گرم در لیتر بود.

نتیجه گیری: نتایج حاصل نشان داد که با بهبود نفوذ اشعهUV به دلیل ته نشینی ذرات و لخته های درشت، گندزدایی پساب زلال شده با زمان پرتودهی نسبتاً بالا در دوزهای متداول مقدور است. هر چند که جهت ارتقاء کیفی پساب و گندزدایی دبی بیشتر، پیشنهاد می‌شود که قبل از محل نصب لامپ ها از سیستم تصفیه پیشرفته مانند فیلتراسیون استفاده شود.

واژه های کلیدی: اشعهUV، پساب، زلال سازی، گندزدایی.

مقدمه:

اهمیت و نقش آب در بقاء، زندگی بهتر و پیشرفت کشورهایی که در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارند بیشتر از گذشته به عنوان یکی از عوامل توسعه پایدار مطرح است. منابع جدید آب در مقایسه با گذشته کم شده، توسعه آنها گرانتر گردیده و برای برنامه ریزی، طراحی و اجرا به تخصص ها و دانش بیشتر و کارآمدتری نیاز است. تخلیه فاضلاب ها به آبهای سطحی هزینه بر است. از طرفی پساب تصفیه خانه های فاضلاب شهری منبع قابل ملاحظه ای از آب است که برای اهداف متفاوتی در نواحی کم آب کاربرد دارد. انواع مختلف استفاده مجدد از آب عبارتند از: استفاده در کشاورزی، آبیاری چشم‌اندازها، شارژ مجدد آبهای زیر زمینی، استفاده تفریحی، استفاده غیر آشامیدنی شهری، استفاده مجدد آشامیدنی و استفاده در صنعت (۱).

برای حفظ سلامت عمومی تلاش های بسیاری انجام گرفته است تا شرایط و قوانینی برای امکان مصرف

[1] ***نویسنده مسئول:*** شهرکرد- رحمتیه –دانشکده بهداشت- گروه بهداشت محیط-تلفن: ۰۳۸۱-۳۳۳۰۲۹۹، E-mail:sadeghi1ir@yahoo.com

بی‌خطر از فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری فراهم گردد. گندزدایی پساب جهت استفاده مجدد، اغلب با استفاده از عوامل شیمیایی و پرتودهی صورت می‌گیرد. امروزه کلر متداول ترین ماده برای گندزدایی پساب است. کلرزنی یک تکنولوژی تثبیت شده و یک روش گندزدایی مؤثر است. اما استفاده از کلر برای گندزدایی به دلیل نگرانی‌های مختلفی باید مورد بازنگری قرار گیرد. با توجه به افزایش آگاهی ها در خصوص معایب گندزداهای شیمیایی، انتخاب اشعهUV یک گزینه برتر می‌باشد (۲). در سال ۱۹۸۸ حدود ۳۰۰ تصفیه خانه و تا سال ۲۰۰۴ حدود ۴۳۰۰ تصفیه خانه فاضلاب در ایالات متحده یعنی بیش از ۲۰ درصد تصفیه خانه ها که عمدتا تازه تاسیس شده بودند، از سیستم UV برای گندزدایی پساب استفاده می‌کردند. تعداد تصفیه خانه های دارای سیستم UV در آمریکا، اروپا و شرق آسیا بطور معنی داری افزایش یافته و انتظار می‌رود که در دهه های آینده گسترش بیشتری داشته باشد (۳). اگر چه استفاده از اشعه UV برای گندزدایی پساب مزایای بالقوه زیادی دارد، اما دارای معایبی هم در ارتباط با هزینه، رسوبگذاری لامپ‌ها و فعالیت مجدد میکروارگانیسم‌های هدف می‌باشد. بنابراین متخصصان تصفیه فاضلاب باید در خصوص جایگزینی فرآیندهای جدید بطور آگاهانه عمل نموده و قبل از تغییر در فرآیندهای تصفیه ارزیابی هایی در مقیاس پایلوت به عمل آورند (۳). موانعی در بکارگیری لامپUV وجود دارد. از جمله اینکه وجود کدورت، مواد معلق، رنگ، مواد کلوییدی و مواد آلی محلول به عنوان پناهگاه باکتری‌ها، تفرق و جذب اشعه، باعث کاهش شدت اشعه UV و رسوب ایجاد شده بر روی دیواره لامپ موجب کاهش عمر لامپ می‌شود. ذرات موجود در پساب، تاثیر منفی زیادی بر عملکرد گندزدایی با UV دارد. ذرات معلق عامل کدورت عمدتاً شامل آلاینده های شیمیایی یا پاتوژن ها هستند که ممکن است با فرآیندهای گندزدایی تداخل نمایند. برای اکثر اهداف استفاده مجدد آب، حذف ذرات باقیمانده پس از تصفیه بیولوژیکی لازم است. اهمیت طراحی مناسب تانک ته نشینی ثانویه را نمی توان در تصفیه ثانویه متداول نادیده گرفت. در کلاریفایر کم عمق، سرعت ته نشینی ذرات کوچک و متوسط کمتر از سرعت جریان بخشی از پساب رو به بالاست ولی در کلاریفایر عمیق، فقط سرعت ته نشینی کوچکترین ذرات کمتر از سرعت جریان پساب رو به بالاست. برای ارتقاء بهره برداری فرآیندهای پایین دست جهت استفاده مجدد از پساب آنها، طراحی تجهیزات ته نشینی فاکتوری بحرانی می‌باشد (۲). مطالعات زیادی در دنیا بر روی تصفیه و گندزدایی پساب با اشعه UV جهت استفاده مجدد انجام شده است. در تصفیه پیشرفته پساب با فیلتر شنی به منظور استفاده کشاورزی در کویت، مقادیر SS، COD به ترتیب به ۱۰ و ۵۰mg/l و تعداد کلیفرم کل به ۲MPN/100mL (Maximum Probable Number) کاهش یافت (۴). مطالعات انجام شده نشان داده است که ذرات معلق در فاضلاب از طریق حفاظت میکروارگانیسم ها باعث افزایش شانس بقاء میکروب ها در طی گندزدایی با اشعه UV می شود (۲). بر اساس مطالعات انجام شده در اسپانیا جهت گندزدایی فاضلاب شهری با فیلتراسیون، کارآیی حذف کلیفرم مدفوعی و اشرشیاکلی توسط فیلتر شنی تحت فشار به ترتیب ۳۶ و ۳۴ درصد بوده است (۲). در این مطالعه تاثیر واحد زلال سازی و لامپ های کم فشار و فشار متوسطUV جهت تصفیه و گندزدایی پساب تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان در مقیاس پایلوت مورد مطالعه قرار گرفته است.

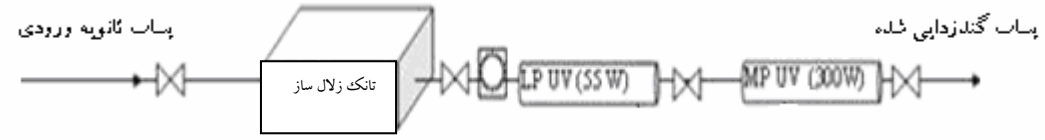
روش بررسی:

این مطالعه از نوع تجربی بوده و بصورت نیمه صنعتی در محل تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان اجرا شد. پساب ثانویه با دبی مشخصی وارد تانک زلال سازی گردید و با طی زمان ماند یک روز، پس از ته نشین شدن جامدات معلق، با دبی های کنترل شده ای از راکتور کم فشار و سپس فشار متوسط UV عبور داده شد. جهت بررسی عملکرد هریک از راکتورهای کم فشار و فشار متوسط UV بطور مجزا و همچنین اثر تلفیقی هر دو نوع لامپ،

راکتورها بطور سری و موازی بهره برداری می شدند که از پساب ورودی و خروجی هر واحد نمونه برداری می‌شد.

با توجه به وجود ذرات بزرگ در پساب خروجی از تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان به دلیل مشکلات بهره -برداری و عدم ته نشینی کامل این ذرات در حوضچه های ته نشینی، یک تانک زلال سازی با زمان ماند یک روز جهت حذف ذرات معلق خارج شده از ته نشینی ثانویه در نظر گرفته شد. این مخزن از جنس پلی اتیلن سه لایه و با حجم ۲۰۰۰ لیتر بود که با شیب ۲ درصد بطور افقی نصب شده بود. طبق رابطه Q=V/t دبی پساب ورودی جهت تأمین زمان ماند یک روز از ورودی تانک وارد مخزن شده و سپس از قسمت خروجی تانک خارج می‌شد. برای جلوگیری از خروج کفاب رویی پساب از تانک، لوله خروج پساب ته نشین شده ۴۰ سانتی متر پایین تر از سطح مخزن تعبیه شده بود. لجن ته نشین شده در مخزن در پایان هر روز از طریق شیر تخلیه لجن در پایین تانک تخلیه می شد. سپس جهت تامین زمان پرتودهی، پساب با دبی کنترل شده‌ای وارد راکتورهای کم فشار و فشار متوسط UV می‌شد. همچنین یک عدد شیر کنارگذر (By- pass) پس از شیر خروجی تانک و قبل از ورود پساب به داخل راکتور UV نصب شده بود تا امکان انتقال تمام یا بخشی از پساب زلال شده به داخل راکتورUV ، جهت تغییر زمان پرتودهی فراهم شود. مشخصات تانک زلال ساز عبارت بود از: حجم ۲۰۰۰، طول ۹۵، قطر ۱۲۲، ارتفاع ۱۳۵ و با شیب کف ۲ درصد از جنس پلی اتیلن سه لایه.

سیستم‌های UV بصورت مدول لوله‌ای و از نوع کم فشار (۵۵ W، منوکروماتیک) و فشار متوسط (۳۰۰ W، پلی کروماتیک) بود (تصویر شماره ۱).



تصویر شماره ۱: طرح شماتیک پایلوت مورد استفاده در این مطالعه

در این مطالعه بمنظور تولید پرتوهای فرابنفش از دو سیستم UV با فشار متوسط، (مدل UVOX300 با طول لامپ ۱۰۱ میلی متر ساخت کمپانی ARDA فرانسه) و با فشار کم، (مدل UV2M55W با ابعاد 920×76 mm ساخت شرکت PHILIPS) کشور هلند استفاده شد.

دبی های ۲ تا ۲۶ لیتر در دقیقه از پساب ثانویه زلال شده توسط لامپ های کم فشار و فشار متوسط UV مورد پرتودهی قرار گرفت. دوز پرتودهی با تنظیم دبی ورودی به راکتور گندزدایی تنظیم و زمان ماند هیدرولیکی به عنوان زمان پرتودهی در نظر گرفته شد. بنابراین دوز پرتودهی از حاصل ضرب شدت متوسط اشعه در زمان پرتودهی طبق معادله $D=1_{avg}\times 1$ بر حسب $mw.s/cm^2$ محاسبه شد.

شدت متوسط اشعه تابع شدت اولیه اشعه تابشی از لامپ، عمق نمونه مورد پرتودهی و میزان جذب اشعه توسط پساب طبق معادله $I_{avg}\ (mw/cm^2) = I_0\left(\frac{1-10^{-\alpha d}}{\alpha \times d}\right)$ محاسبه شد(۶).

در این مطالعه شدت اولیه اشعه به روش رادیومتری اندازه گیری‌شد. مقادیر اندازه گیری شده در اوایل دوره بهره برداری سیستم متغیر و کم بود که با گذشت زمان به حد ثابت ۸و mw/cm2 ۸۲به ترتیب در لامپ کم فشار و فشار متوسط رسید هر چند که به دلیل خاموش و روشن کردن لامپ کم فشار در هر بار نمونه برداری جهت بهره برداری آن بطور سری با لامپ فشار متوسط شدت خروجی آن به حدود mw/cm2 ۷ کاهش یافت. فاصله بین سطح خارجی کوارتز تا سطح داخلی محفظه استیل راکتور به عنوان عمق پرتودهی (d) در نظر گرفته شد. میزان جذب اشعه توسط پساب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (DR-5000) پس از فیکس کردن کووت کوارتز استاندارد ۱cm، در طول موج ۲۵۴nm بر حسب au/cm قرائت شد. تحت شرایط مختلف (کیفیت پساب و دوز UV) نمونه‌های میکروبی (کلیفرم کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی) و پارامترهای (کل جامدات معلق،

جذب و عبوراشعه، pH و سختی) طی ۵ ماه (دیماه ۸۷ تا اردیبهشت ۸۸) بطور هفتگی از پساب ورودی به پایلوت و قبل و بعد از راکتورهای UV بطور لحظه ای در داخل بطری ml ۲۵۰ تهیه و مورد آزمایش قرار گرفت. تمام آزمایشات مطابق کتاب روش‌های استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب (استاندارد متد- ۲۰۰۵) انجام شد (۷). آزمایشات میکروبی به روش محتمل‌ترین تعداد کلیفرم در ۱۰۰ میلی لیتر (MPN /100ml) در رقت های مختلف بسته به کیفیت پساب، نوع میکروارگانیسم و دوز دریافتی از ۱۰ تا $۱۰^{-۷}$ انجام شد. سپس از معادله درجه اول چیک – واتسون ($N_D (t)=N_D (0) e^{-ka}$) برای محاسبه لگاریتم غیر فعال سازی باکتری‌های پراکنده استفاده شد (۸).

به منظور ارزیابی نابودی کامل باکتری های هدف پس از پرتودهی و قابلیت رشد مجدد آنها در حضور نور، حجم باقیمانده از نمونه پس از کشت اولیه به مدت ۳ ساعت در معرض نور خورشید با شدت ۶۰۰۰ لوکس قرار داده شد و پس از کشت، مجدداً تعداد باکتری ها محاسبه شد. از معادله $P(\%)=\frac{(N_0-N_t)}{(N_0-N_f)}\times 100$ برای محاسبه درصد فعالیت مجدد باکتری ها استفاده شد (۹). داده های حاصل از آزمایشات با استفاده از آزمون t زوجی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها:

متوسط کارآیی حذف کل جامدات معلق (Total Suspended Solid) در تانک زلال سازی با زمان ماند یک روز، ۴۱ درصد و برای کلیفرم های کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی به ترتیب ۶۴، ۶۷ و۶۶ درصد بود.

متوسط درصد عبور اشعه در پساب زلال سازی شده ۳۴ درصد اندازه گیری شد. تعداد کلیفرم های کل و مدفوعی در گندزدایی پساب زلال سازی شده با UVT=۲۹/۵ درصد با استفاده از لامپ کم فشار در حداکثر دوز اشعه mws/cm^2 ۵۵۹ به ترتیب از $۱/۱\times۱۰^{۶}$ و $۳/۴\times۱۰^{۵}$ به $۴/۵\times۱۰^{۲}$ و ۸۰ کاهش یافت که پس از فعالیت مجدد در حضور نور خورشید به ترتیب به $۶/۳\times۱۰^{۲}$ و $۱/۳\times۱۰^{۲}$رسید و تعداد استرپتوکوک‌ها در این دوز به صفر رسید. بطور متوسط در ۲ درصد از کلیفرم ها پس از گندزدایی پساب زلال‌سازی شده با لامپ کم فشار رشد مجدد مشاهده شد. کارایی لامپ کم فشار در غیرفعال سازی کلیفرم‌های پساب زلال شده در دوز mws/cm^2 ۵۶۰ حدود ۹۹/۹۶ درصد بود. در دبی های بالاتر (تا lit/min ۲۶)، دوز اشعه به mws/cm^2 ۴۶ کاهش یافت که کارآیی گندزدایی ۴ درصد بود. در گندزدایی این پساب با لامپ فشار متوسط در حداکثر دوز $۱۹۲۷mws/cm^2$ هیچ کلیفرمی در پساب خروجی شناسایی نشد ولی پس از ۳ ساعت طی رشد مجدد در حضور نور خورشید کلیفرم های کل به ۲۲۰ و کلیفرم های مدفوعی به ۸۰ عدد در ۱۰۰میلی لیتر رسید یعنی ۰/۱ درصد از کلیفرم ها دارای فعالیت مجدد نوری بوده اند. تا دوز mws/cm^2 ۵۷۶ تعداد کلیفرم های کل و مدفوعی با رشد مجدد جزیی تا حد استاندارد کاهش یافت ولی دوز تابشی تا mws/cm^2 ۳۱۹ باعث غیر فعال سازی مؤثر استرپتوکوک‌ها شد. کارآیی لامپ فرابنفش در دوز mws/cm^2 ۵۷۶ حدود ۸۸ درصد برای کلیفرم‌ها و ۹۳ درصد برای استرپتوکوک بود. در دوزهای پایین تر، غیر فعال سازی باکتری‌ها چندان مؤثر نبود و رشد مجدد باکتری ها به دلیل عدم دریافت دوزکافی اشعه جهت گندزدایی افزایش یافت. بطوری که در دبی های بالاتر(تا lit/min ۲۶)، دوز اشعه به mws/cm^2 ۴۶ کاهش یافت که کارآیی گندزدایی کلیفرم ها و استرپتوکوک ها به ترتیب ۱۳ و ۳۴ درصد بود. گندزدایی پساب زلال شده با تلفیقی از لامپ های کم فشار و فشار متوسط در محدوده دوز ۲۴۸۶ تا $۶۹۵mws/cm^2$ منجر به غیر فعال سازی کلیفرم های کل و مدفوعی تا حد استاندارد شد. غیر فعال سازی استرپتوکوک ها تا دوز mws/cm^2 ۵۰۲ هم با راندمان ۹۹/۷۷ درصد قابل توجه بود. دوزهای پایین تر از این مقدار (تا $۲۰۶mws/cm^2$) باعث غیر فعال سازی کلیفرم ها و استرپتوکوک ها تا حد زیادی شد ولی نه تا حد استاندارد (به ترتیب ۲۵ و ۷۰٪). در ۰/۰۷ درصد از کلیفرم ها پس از گندزدایی پساب زلال سازی شده با تلفیقی از لامپ های کم فشار و فشار متوسط رشد مجدد مشاهده شد. کارآیی واحد زلال سازی با زمان ماند یک روز در حذف TSS، ۶۹ درصد و در حذف کلیفرم های کل، مدفوعی و استرپتوکوک به ترتیب ۶۴، ۶۷ و ۶۶ درصد بود. مقادیر متوسط

جدول شماره ۱: مقادیر متوسط پارامترهای کیفی پساب ورودی و خروجی از پایلوت

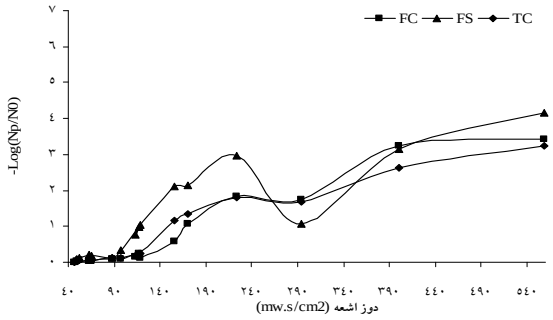
پارامترها	زمان بررسی	ورودی (میلی گرم بر لیتر)	خروجی (میلی گرم بر لیتر)
	کلیفرم کل	$۱/۳\times۱۰^{۷}\pm۵۴۰۰$	$۱/۷\times۱۰^{۵}\pm۱۱۰۰$
میکروبی	کلیفرم مدفوعی	$۱/۹\times۱۰^{۶}\pm۲۴۰۰$	$۲\times۱۰^{۴}\pm۸۶۰$
	استرپتوکوک مدفوعی	$۱/۶\times۱۰^{۵}\pm۱۱۲۰$	$۲\times۱۰^{۳}\pm۲۲۰$
	کل جامدات معلق	۱۳۰±۲۸	۴۰±۴
شیمیایی	TSS	۱۲۰±۵	۴۰±۵
	آهن	۰/۷۲±۰/۱	۰/۵±۰/۱

-داده ها بر اساس "انحراف معیار±میانگین" می باشد. $P<۰/۰۵$ *بین تمامی متغیرها بین دو زمان ورودی و خروجی*

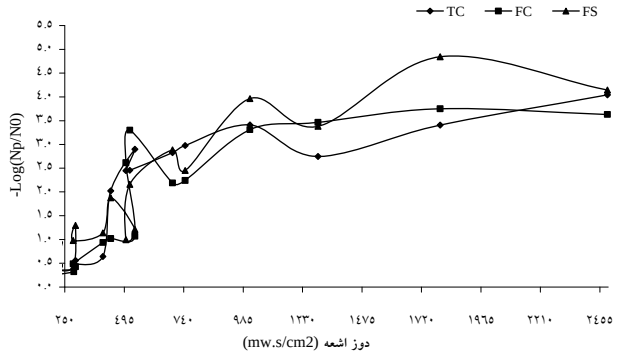
پارامترهای کیفی پساب ثانویه ورودی به پایلوت در زمان های مختلف نمونه برداری اندازه گیری شد (جدول شماره ۱).

متوسط درصد عبور اشعه در پساب زلال سازی شده ۳۴ درصد اندازه گیری شد. رابطه درصد عبور اشعه UV از پساب (در طول موج nm۲۵۴) با غلظت TSS پساب به صورت $y= -۰/۲۰۰۲x +۴۱/۹۴۲$ ، $R^2= ۰/۰۵۶$ به دست آمد.

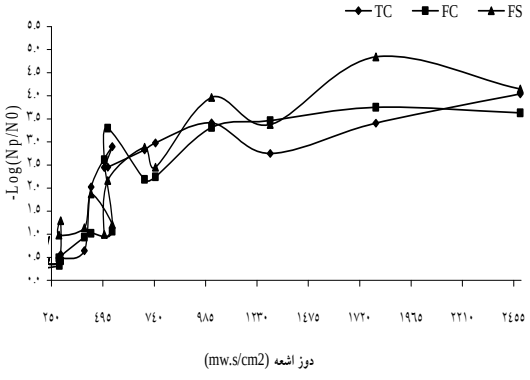
ضرایب همبستگی بین دو پارامتر حاکی از آن است که در پساب ثانویه با افزایش غلظت جامدات معلق، درصد عبور



الف)



ب)



ج)

تصویر شماره۲: میزان غیرفعال سازی باکتری های هدف در گندزدایی پساب زلال شده با۳۴=%UVT

الف) مواجهه با اشعه ناشی از لامپ کم فشار، ب) مواجهه با اشعه ناشی از لامپ فشار متوسط، ج) مواجهه با اشعه ناشی از تلفیق لامپ های کم فشار و فشار متوسط. Mws/cm^2*: میلی وات ثانیه بر سانتی متر مربع*

TC: کل کلی فرم ها FS: استرپتوکوک های مدفوعی FC: کلی فرم های مدفوعی

اشعه بطور معنی داری کاهش یافته است (P<۰/۰۵). عـلامت منفی نشانگر رابطه معکوس بین غلظت جامدات معلق پساب و درصد عبور اشعه است. عبور اشعــه در طول موج nm ۲۵۴ از پساب ثانویه ۵/۳ درصد بود. با توجه به اینکه جامدات معلق مهمــترین عامل جــذب اشعه و پناهگاه مناسب میکروارگانیسم ها در برابر اشعه است، با افزایش غلظت TSS، میزان جذب اشعه UV نیز افزایش یافت و در نتیجه باعث کاهش انتقال اشعه به میکروارگانیسم ها شد. لگاریتم غیر فعال سازی باکتری های هدف پس از پرتودهی با لامپ های UV و سپس مواجهه با نور مریی در مقابل دوزهای مختلف اشعه تابشی در تصویر شماره ۲ نمایش داده شده است.

بحث:

نتایج موجود در جدول شماره ۲ نشان می دهد که، کیفیت پساب در حد استانداردهای لازم جهت تخلیه به محیط زیست نمی باشد. کیفیت پساب خروجی از تانک زلال ساز ایجاب می کند که دبی عبوری از راکتور UV از حد خاصی فراتر نرود. در مقایسه پارامترهای میکروبی، بطور کلی کاهش معنی داری در تعداد باکتری ها بعد از پرتودهی پساب زلال شده با اشعه UV وجود داشت (P<۰/۰۵).

نصب یک تانک زلال ساز با زمان ماند یک روز در حذف ذرات معلق خارج شده از ته نشین ثانویه موجود در تصفیه خانه تا حدی موثر بود. این در حالی است که در غیاب چنین تانکی حذف ذرات در حوضچه ته نشینی ثانویه تصفیه خانه ناقص بود. در صورتی که با اضافه نمودن این واحد، لخته ها و جامدات معلق با اندازه بزرگ پس از گذشت یک روز ته نشین شده ولی جامدات با اندازه متوسط و کوچک، ذرات کلوئیدی و میکروارگانیسم های پراکنده و آزاد همچنان قادر به ته نشینی نبوده و از آن خارج می شدند. عمدتاً میکروارگانیسم های حذف شده در این واحد مربوط به باکتری های تجمع یافته در ذرات است که به همراه ذرات بزرگ و لخته ها ته نشین شده اند. حذف ذرات و سایر پارامترهای شیمیایی و میکروبی در واحد زلال سازی با توجه به کیفیت پساب ورودی متفاوت بوده است. بنابراین با کاهش ذرات بزرگ، عبور اشعه UV ارتقاء یافته و میزان غیر فعال سازی باکتری ها بیشتر شده است.

کیفیت پساب خروجی از زلال ساز بخصوص از نظر جامدات معلق در اکثر مواقع یکسان بوده و در واقع باعث تعدیل نوسانات کیفی پساب ثانویه شده است. بنابراین کیفیت پساب خروجی از زلال ساز تقریباً مشابه کیفیت پساب ثانویه استاندارد فرآیند لجن فعال است. اندازه ذرات موجود در پساب زلال سازی شده در محدوده متوسط تا ریز بوده که قابلیت عبور اشعه از آن به مراتب بیشتر از ذرات بزرگ موجود در پساب ثانویه است. تابش دوز نسبتاً بالا باعث غیر فعال سازی مؤثر باکتری ها شده است. کیفیت پساب خروجی از زلال ساز به خصوص از نظر جامدات معلق در اکثر مواقع یکسان بوده و در واقع باعث تعدیل نوسانات کیفی پساب ثانویه شده است. بنابراین کیفیت پساب خروجی از زلال‌ساز تقریباً مشابه کیفیت پساب ثانویه استاندارد خروجی از فرآیند لجن فعال بود.

در مطالعه Andereadakis، دوز UV لازم برای گندزدایی پساب خروجی ثانویه، جهت رسیدن کلیفرم ها به کمتر از ۲۰۰FC/۱۰۰ml حدود mws/cm^2 ۶۰-۳۰ بود (۱۰).

در مطالعات قبلی، دوز mws/cm^2 ۱۰۸ باعث کاهش ۳Log از کلیفرم های کل و مدفوعی در پساب ثانویه شد که دوزهای بالاتر از این مقدار به خاطر بار زیاد کلیفرم ها، افزایش قابل ملاحظه ای در میزان غیر فعال سازی نداشت (۱۱). همانطور که سایر مطالعات نیز نشان داده بود، رشد مجدد استرپتوکوک ها پس از مواجهه با ۵۶۰۰ لوکس نور مرئی مشاهده نشد (۱۲). رشد مجدد کلیفرم ها بسته به دوز پرتوتابی در مطالعه Guo، ۲۰ درصد در دوز mJ/m^2 ۵ و کمتر از یک درصد در دوز mJ/m^2 ۴۰ گزارش شد (۹). در این مطالعه با اعمال دوز بیشتر، رشد مجدد کمتری مشاهده شد. بطوری که حداکثر رشد مجدد کلیفرم های کل و مدفوعی در پساب گندزدایی شده با لامپ LP بوده که به ترتیب ۱۵ و ۳ درصد در دوز mJ/m2 ۵۱ مشاهده شد. بطور متوسط در ۲ درصد از کلیفرم هــای کل و

مدفوعی پس از گندزدایی رشد مجدد مشاهده شده است.

نتیجه گیری:

بر اساس یافته های حاصل از این مطالعه، می توان نتیجه گرفت که گر چه امروزه استفاده از اشعه UV در گندزدایی پساب به سرعت در حال افزایش است ولی پساب خروجی از تصفیه خانه باید کیفیت مطلوب برای گندزدایی را داشته باشد. بر این اساس قبل از کاربرد این فن آوری در مقیاس کامل بایستی مطالعات پایلوت در محل تصفیه خانه به عمل آید تا شرایط کیفی پساب جهت گندزدایی با اشعه UV مورد ارزیابی قرار گیرد. در این مطالعه، با بهبود نفوذ اشعه UV به دلیل ته نشینی ذرات و لخته های درشت، گندزدایی پساب زلال شده با زمان پرتودهی نسبتاً بالا در دوزهای متداول مقدور بوده است. هر چند که به دلیل کیفیت نامناسب پساب، دبی عبوری بسیار کم و دوز تابشی نسبتاً زیاد بودکه گندزدایی آن در مقیاس وسیع بطور مسلم افزایش تعداد لامپ ها و هزینه ها را در پی خواهد داشت. بنابراین جهت ارتقاء کیفی پساب، گندزدایی در ظرفیت های بیشتر و مقرون به صرفه بودن عملکرد لامپ هایUV پیشنهاد می شود که قبل از محل نصب لامپ ها از سیستم تصفیه پیشرفته مانند فیلتراسیون استفاده شود.

تشکر و قدردانی:

با توجه به اینکه این پژوهش با پشتیبانی مالی شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان به انجام رسیده است. بنابر این نویسنده مقاله لازم می داند از جناب آقای مهندس فخرایی (مدیر عامل محترم شرکت) به خاطر توجه ویژه به انجام طرح و از آقایان مهندس مرتضوی (معاونت بهره برداری)، مهندس پور محمد باقر (معاونت برنامه ریزی و توسعه روش ها)، مهندس امیر تیموری (مدیر تحقیقات برنامه ریزی و توسعه روش ها) و سرکار خانم زهره صهایی (کارشناس برنامه ریزی)، مهندس سلیمانی (مدیریت تصفیه خانه) و سایر افرادی که در انجام این تحقیق همکاری نمودند صمیمانه تشکر نماید.

منابع:

1. Hosseinian M. [Treated wastewater application. Tehran: Oloume Rouz Pub. 2002; p: 30-8.]Persian

2. Asano T, Burton FL, Leverenz HL, Tsuchihashi R, Tchobanoglous G. Water reuse. NewYork: McGrow Hill; 2007. p: 687-90.

3. NewYork State Energy Research and Development Authority (NYSERDA). Evaluation of ultraviolet (UV) radiation disinfection. Enter Report. 2004 Dec.

4. Hamoda MF, Al-Ghusian I, Al-Mutairi NZ. Sand filtration of wastewater for tertiary treatment and water reuse. J Desalination. 2004; 164: 203-11.

5. Gomez M, Rua A, Garralon G, Plaza F, Hontoria E, Gomez MA. Urban wastewater treatment disinfection by filtration technologies. J Desalination. 2006; 190: 16-28.

6. Metcalf and Eddy. Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse. 4th ed. NewYork: McGraw Hill. 2003; p: 1305-12.

7. Clesceri LS, Greenberg AE, Eaton AD. APHA, WEF and AWWA: standard methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. Washington, DC: Am Pub Health Assoc; 2005. 1016-104.

8. Qasym SR. Wastewater treatment plants, design and operation. NewYork: Technomic Pub Co; 1998. p: 234-643.

9. Guo M Hu, Bolton RJ, Din GM. Comparison of low and medium pressure ultraviolet lamps: photo reactivation of *Escherichia coli* and total coli forms in secondary effluents of municipal wastewater treatment plants. Water Res. 2009 Feb; 43(3): 815-21.

10. Andereadakis A, Mamais D, Christoulas D, Kabyalfka S. Ultraviolet disinfection of secondary and tertiary effluent in the mediteranean region. Water Sci Tech. 1999; 40(4-5): p: 253-60.

11. Hassan A, Mahrouk M, Ouzari H, Cherif M, Boudabous A, Damelincourt J, et al. Disinfection of treated wastewater in a large scale pilot plant and inactivation of selected bacteria in alaboratory UV device. Bioresource Technology. 2000; 74: 141-50.

12. Locas A, Demers J, Payment P. Evaluation of photoreactivation of Escerichiacoli and Entrococci after UV disinfection of municipal wastewater. Can J Microbiol. 2008 Nov; 54(11): 971-5.