مطالعه قابلیت فعالیت مجدد نوری باکتری‌های شاخص در پساب پرتوتابی شده تصفیه‌خانه فاضلاب شهری

حسن هاشمی[1]، محمدمهدی امین[2]

چکیده

مقدمه: فعالیت مجدد نوری میکروارگانیسم‌ها پس از گندزدایی با اشعه UV از معایب فن‌آوری فرابنفش در گندزدایی پساب است که در برخی موارد به چندین لگاریتم می‌رسد. هدف از انجام این مطالعه، ارزیابی امکان فعالیت مجدد نوری باکتری‌های شاخص (کلیفرم‌ها و استرپتوکوک‌ها) به دنبال پرتوتابی پساب بود.

روش‌ها: سه پایلوت با گزینه‌های مختلف تصفیه و گندزدایی شامل پساب ثانویه + لامپ فرابنفش کم فشار (LP) + لامپ فرابنفش فشار متوسط (MP)، زلال‌سازی + LP + MP و فیلتراسیون +LP + MP، طراحی و در محل تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان نصب شد. پارامترهای میکروبی کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی پس از پرتودهی با UV و پس از تابش نور مرئی و همچنین پارامتر TSS (Total suspended solids) و UVT (UV-transmittance) در قبل و بعد از واحدها مورد آزمایش قرار گرفت.

یافته‌ها: متوسط 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. بیشترین فعالیت مجدد نوری کلیفرم‌ها پس از گندزدایی پساب ثانویه با لامپ کم فشار (۱۵ درصد) و کمترین فعالیت مجدد نوری در گندزدایی پساب فیلتر شده با لامپ فشار متوسط (۰/۰۳ درصد) مشاهده شده است.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه می‌توان دریافت که انتخاب نوع لامپ UV برای گندزدایی پساب تصفیه‌خانه فاضلاب با توجه به فعالیت مجدد نوری باکتری‌ها، فاکتوری بحرانی است. ولی در دوزهای کاربردی بیشتر از ۲۳۰ mWs/cm^2 برای باکتری‌های معلق پراکنده چندان مؤثر نیست.

واژه‌های کلیدی: فعالیت مجدد نوری، باکتری‌های شاخص، پرتوتابی پساب.

نوع مقاله: *تحقیقی*

دریافت مقاله:۹۰/۰۶/۱۵ *پذیرش مقاله: ۹۰/۰۹/۱۰*

مقدمه

عدم بر جای گذاشتن باقی‌مانده توسط سیستم UV اغلب یک مزیت به حساب می‌آید، اما بر جای نگذاشتن باقی‌مانده باعث ترمیم مجدد می‌شود. طبق مستندات موجود، سلول‌های آسیب‌دیده با اشعهUV قادر به ترمیم خود می‌باشند. ترمیم DNA ممکن است توسط آنزیم‌هایی در تاریکی نیز انجام شود که طبق تحقیقات، این مکانیسم در گندزدایی پساب چندان نقشی ندارد (۱). فعالیت مجدد نوری و ترمیم در تاریکی DNA آسیب‌دیده برخی باکتری‌ها پس از پرتودهی با اشعه UV-C، باعث کاهش کارایی گندزدایی می‌شود (۲). فعالیت مجدد نوری

۱- عضو هیأت علمی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۲- دانشیار، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران. (نویسنده مسؤول)

Email: amin@hlth.mui.ac.ir

میکروارگانیسم‌ها پس از گندزدایی با اشعه UV از معایب فن‌آوری فرابنفش در گندزدایی پساب است که در برخی موارد به چندین لگاریتم می‌رسد. بنابراین کاهش فعالیت مجدد نوری تأثیر قابل ملاحظه‌ای در هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری خواهد داشت (۳). میکروارگانیسم‌ها دارای آنزیم‌هایی هستند که قادر به ترمیم DNA آسیب دیده خود پس از تماس با اشعه UV می‌باشند. رشد مجدد فاکتوری است که موقع کاربرد اشعه UV در گندزدایی آب و پساب باید به آن توجه شود به خصوص وقتی که آب و پساب پرتودهی شده مسافت‌های طولانی انتقال می‌یابند. از آن جایی که توانایی میکروارگانیسم‌ها در ترمیم خودشان در میان گونه‌های مختلف متفاوت می‌باشد، بنابراین بررسی ترمیم پاتوژن‌های خاص و میکروارگانیسم‌های شاخص به طور جداگانه حایز اهمیت است. تفاوت‌های بین لامپ‌های UV کم فشار تک طیفی و لامپ‌های فشار متوسط چند طیفی با توجه به فعالیت مجدد نوری نیز باید در نظر گرفته شود.

مکانیسم ترمیم آنزیمی حداقل به دو سیستم آنزیمی نیاز دارد؛ یکی سیستم اگزونوکلئاز جهت تخریب پیوند تیمین-تیمین و دیگری سیستم پلیمر جهت قرار دادن مجدد بازهای تیمین در محل‌های آدونوزین رشته DNA. اما در پرتودهی مناسب و کافی، آنزیم‌ها تغییر می‌یابند. پس از پرتودهی با دوز بالاتر، باکتری‌های کلیفرم ترمیم مجدد از خود نشان نمی‌دهند و یا امکان ترمیم آن‌ها بسیار کم می‌شود. همچنین تماس با نور مرئی (۳۰۰-۵۰۰ nm) باید در زمان کوتاهی پس از تماس با اشعه میکروب‌کش (بین ۳-۲ ساعت) انجام گردد تا قادر به ایجاد ترمیم مجدد در میکروارگانیسم شود. ترمیم کامل نوری برای اشرشیاکلی ممکن است پس از یک هفته هم انجام شود. برخی ارگانیسم‌ها مانند آنفلوانزا هموفیلوس، دیپلوکوکوس پنومونیا، باسیلوس سوبتلیس، میکروکوکوس رادیو دورانس و ویروس‌ها قادر به انجام ترمیم مجدد نیستند.

میکروارگانیسم‌هایی مثل استرپتومایسس، اشرشیاکلی و انتروباکترهای مربوطه، ساکارومایسس، آئروباکتر، اروینیا و پروتئوس قادر به ترمیم مجدد هستند. بیشترین ترمیم در طی ماه‌های تابستان انجام می‌شود. حداکثر Log ۱/۵ افزایش در تعداد کلیفرم کل در آب‌های پذیرنده پس از تابش با UV رخ می‌دهد. به دلیل این که برخی ارگانیسم‌ها قادر به حفظ برخی فعالیت‌های متابولیکی خود پس از مواجهه با اشعه UV می‌باشند، توانایی ترمیم قسمت آسیب‌دیده خود را نیز دارند. تحقیقات نشان داده است که اگر آب و پساب گندزدایی شده در محل تاریک به مدت ۳ ساعت پس از تماس با اشعه UV قرار گیرد، رشد مجدد میکروارگانیسم‌ها در اثر فعالیت مجدد نوری به دنبال گندزدایی با UV به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. برای اطمینان از عدم رشد مجدد یا رشد مجدد کم در اثر ترمیم در تاریکی، ضروری است که دوز UV مورد استفاده در گندزدایی افزایش یابد. اگر پساب گندزدایی شده با UV به فاصله دوری جهت استفاده مجدد پمپاژ شود، مقدار کمی گندزدای شیمیایی (از قبیل کلر، پراستیک اسید) برای کنترل رشد بیوفیلم در طول خطوط لوله، بدون توجه به مشکلات بهره‌برداری و حذف آن‌ها، باید افزوده شود. اگر پساب گندزدایی شده با UV به منبع آب روباز تخلیه شود، افزودن مقدار کمی کلر یا گندزدای دیگر برای محدود کردن رشد مجدد ضروری است. چنان چه آب پرتودهی شده تحت اکسیداسیون پیشرفته با اشعه UV باشد، دوز UV مورد نیاز برای اکسیداسیون ممکن است برای کاهش رشد مجدد کافی باشد (۴).

بر اساس گروهی از محققین در اسپانیا، جهت گندزدایی فاضلاب شهری با فیلتراسیون، کارایی حذف کلیفرم مدفوعی و اشرشیاکلی توسط فیلتر شنی تحت فشار به ترتیب ۳۶ و ۳۴ درصد بوده است. بر طبق نتایج حاصل از گروهی دیگر از پژوهشگران در ایتالیا بر روی حذف پارازیت‌ها و تشکیل مواد جانبی در طی گندزدایی با اشعهUV، جهت رسیدن به استاندارد کلیفرم کل در پساب حاصل از ته‌نشینی ثانویه و پساب فیلتر شده (۲ FC/۱۰۰ ml) مشخص شد که به ترتیب $۱۶۰mWs/cm^۲$ و ۱۰۰ از اشعه UV لازم است. در مطالعه انجام شده در تصفیه‌خانه فاضلاب شهید محلاتی تهران، حداقل دوز $۴۰ mWs/cm^۲$ باعث کاهش ۴ تا ۶ لگاریتم از کلیفرم‌ها شد (۵).

www.mui.ac.ir

هدف از انجام این مطالعه، بررسی قابلیت فعالیت مجدد نوری باکتری‌های شاخص پساب پرتودهی شده تحت شرایط مختلف بود.

روش‌ها

این مطالعه از نوع مداخله‌ای بود و برای بررسی قابلیت فعالیت مجدد نوری باکتری‌های شاخص پساب پرتودهی شده با اشعه UV، سیستم پایلوت با گزینه‌های مختلف تصفیه و گندزدایی شامل (پساب ثانویه + لامپ فرابنفش کم فشار (LP) + لامپ فرابنفش فشار متوسط (MP)، زلال‌سازی + MP + LP، فیلتراسیون + MP +LP) طراحی و در محل تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان نصب شد (۵). مشخصات فنی سیستم‌های فرابنفش مورد استفاده در پرتوتابی پساب در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. به منظور ارزیابی غیر فعال‌سازی کامل باکتری‌های شاخص پساب (کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی) پس از پرتودهی با UV و همچنین قابلیت رشد مجدد آن‌ها پس از تابش نور مرئی با شدت ۶۰۰۰ لوکس به مدت ۳ ساعت به روش تخمیر چند لوله‌ای (MTF) کشت داده شد. پارامترهای TSS (suspended solids Total) و همچنین درصد عبور اشعه فرابنفش در طول موج ۲۵۴ نانومتر UVT (UV-transmittance) به عنوان شاخص کیفی پساب پرتودهی شده، با دستگاه اسپکتروفتومتر (۵۰۰۰-DR) مورد آزمایش قرار گرفت. از معادله ۱ برای محاسبه درصد فعالیت مجدد نوری باکتری‌ها استفاده شد (۶).

که در این معادله:

$$P(\%)=\frac{(N_p-N_t)}{(N_0-N_t)}\times 100$$

N_p: تعداد باکتری‌های فعالیت نموده در حضور نور (MPN/۱۰۰ ml)

N_t: تعداد باکتری‌های زنده مانده بلافاصله پس از گندزدایی با اشعه UV (MPN/۱۰۰ ml)

N_0: تعداد باکتری‌ها قبل از گندزدایی با اشعه UV (MPN/۱۰۰ ml)

تمام آزمایشات بر اساس کتاب روش‌های استاندارد آزمایشات آب و فاضلاب انجام شد (۷). داده‌های حاصل از آزمایشات با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و $SPSS_{۱۸}$ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

یافته‌ها و نتایج حاصل از این مطالعه در قالب جداول (جدول ۲، ۱) و نمودارهایی (۱۰-۱) مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

مقادیر جذب و عبور اشعه UV در مقابل مقادیر مختلف TSS پساب‌های ثانویه، زلال‌سازی شده و فیلتر شده در نمودار ۱ آمده است.

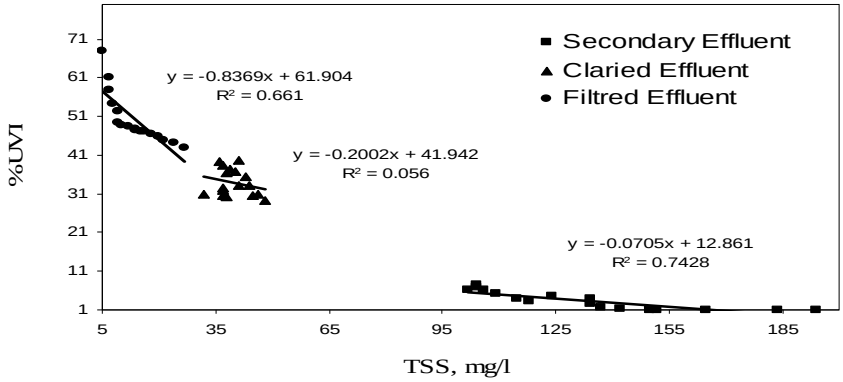
جدول ۱: مشخصات فنی سیستم فشار متوسط مورد استفاده

مدل	کل طول لامپ (میلی‌متر)	طول مؤثر لامپ (میلی‌متر)	قطر لامپ (میلی‌متر)	طول پوشش کوارتز (سانتی‌متر)	عمر مفید لامپ (ساعت)	جنس راکتور
UVOX300	۱۰۱	۵۶	۱۰	۱۸	۱۰۰۰۰	استیل با درپوش تفلون

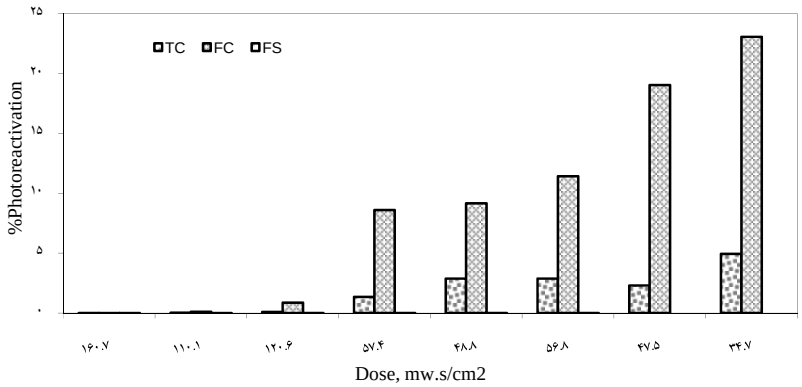
جدول۲: مشخصات فنی سیستم کم فشار مورد استفاده

مدل	ابعاد (میلی‌متر)	ولتاژ (ولت)	دمای قابل تحمل (سانتی‌گراد)	طول عمر مفیدلامپ (ساعت)	حداکثر جذب اشعه توسط پوشش کوارتز(درصد)
UV2M55W	۷۶ × ۹۲۰	۲۴۰-۲۲۰	۴۰-۵	۵۰۰۰	۱۷

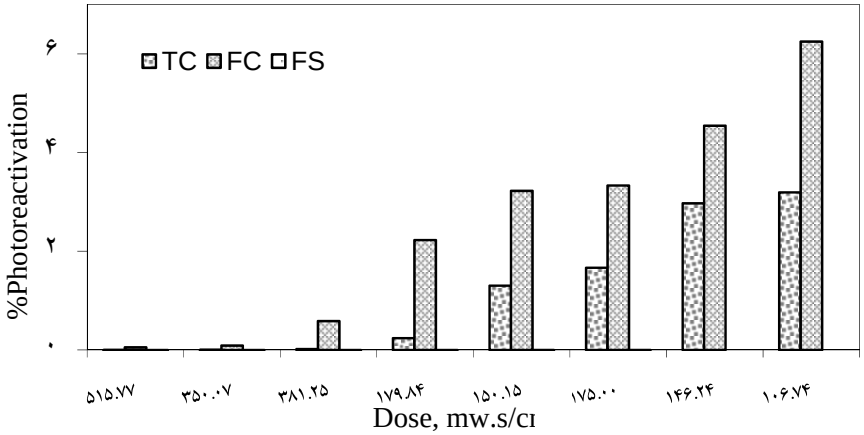
www.mui.ac.ir



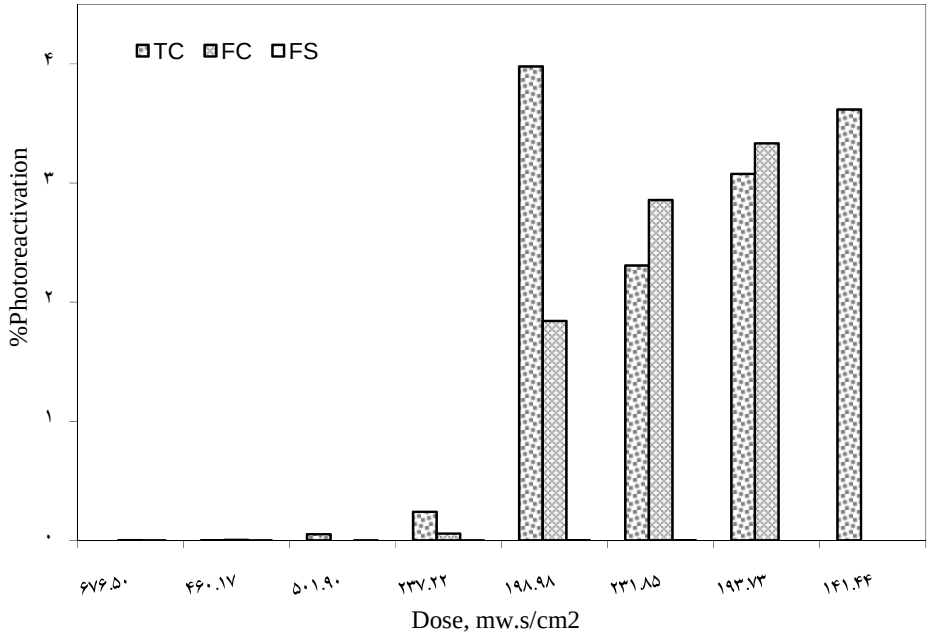
نمودار ۱: نمودار درصد عبور اشعه UV در مقابل محتوای TSS پساب ثانویه، زلال شده و فیلتر شده



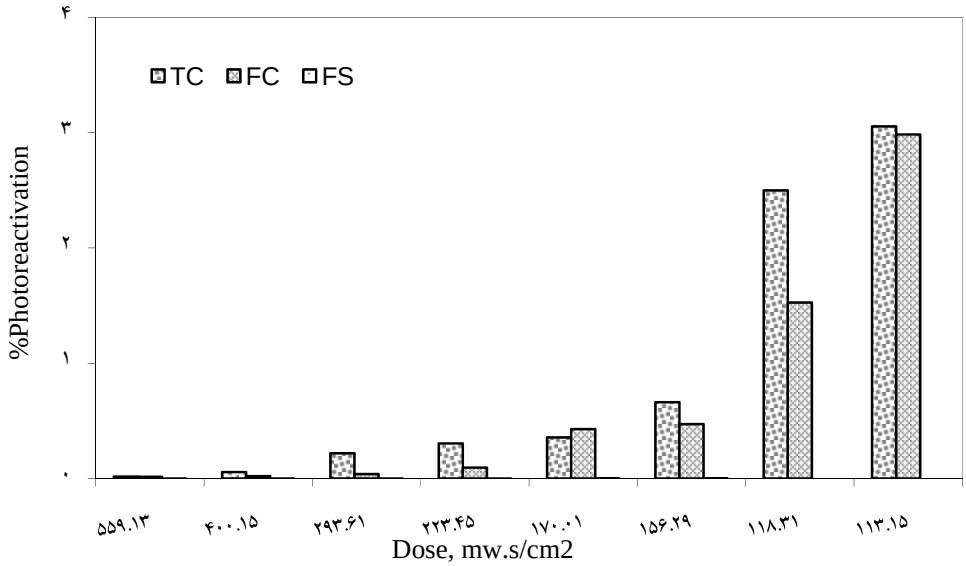
نمودار ۲: نمودار فعالیت مجدد نوری کلیفرم‌های کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی پس از گندزدایی پساب ثانویه با لامپ کم فشار UV



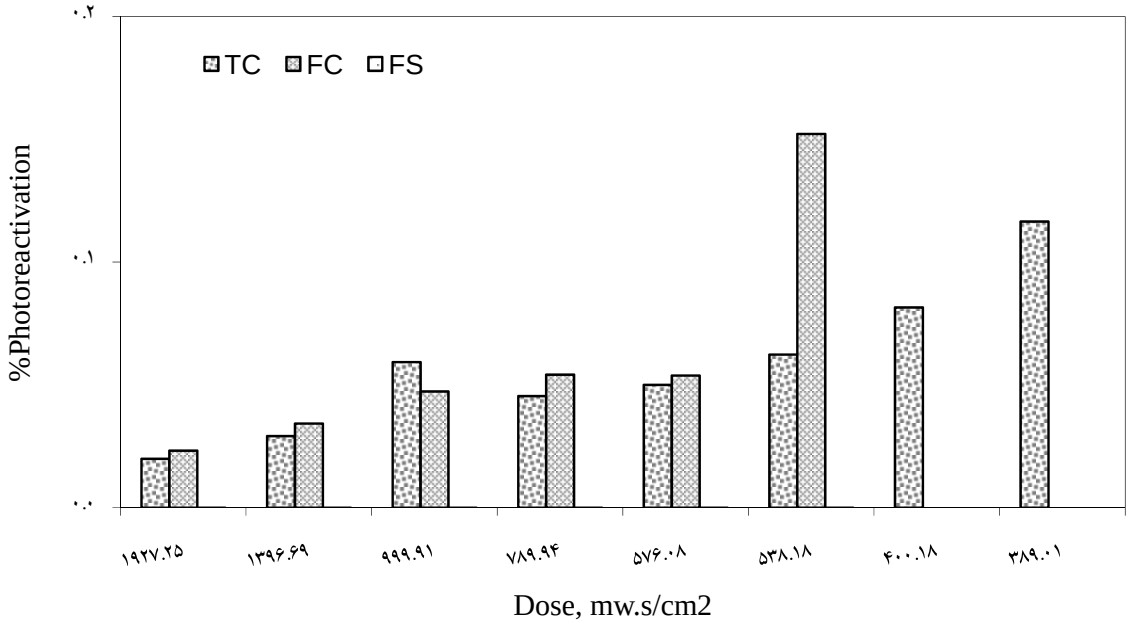
نمودار ۳: نمودار فعالیت مجدد نوری کلیفرم، کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی پس از گندزدایی پساب ثانویه ۱مپ فشار متوسط UV



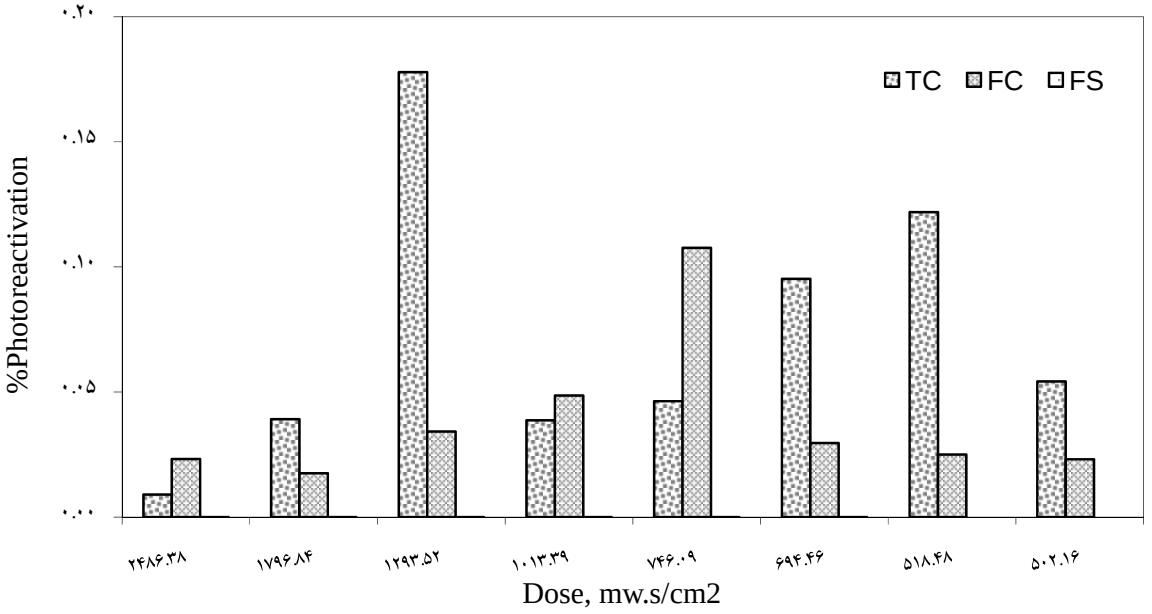
نمودار ۴: نمودار فعالیت مجدد کلیفرم‌های کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی پس از گندزدایی پساب ثانویه با تلفیق لامپ‌های کم فشار و فشار متوسطUV



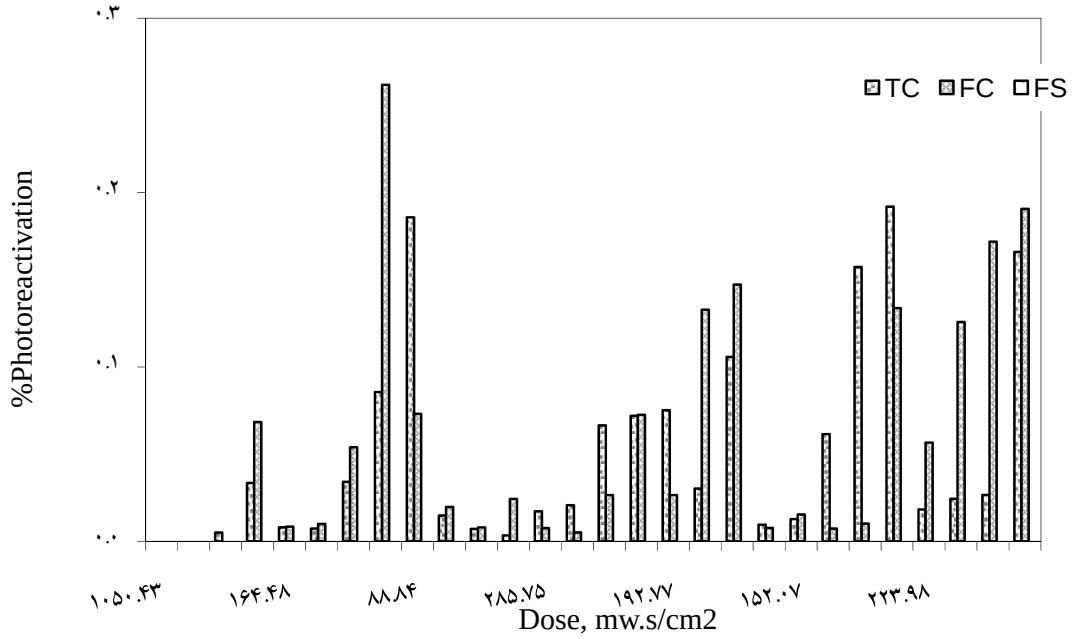
نمودار ۵: نمودار فعالیت مجدد کلیفرم‌های کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی پس از گندزدایی پساب زلال شده با لامپ کم فشار UV



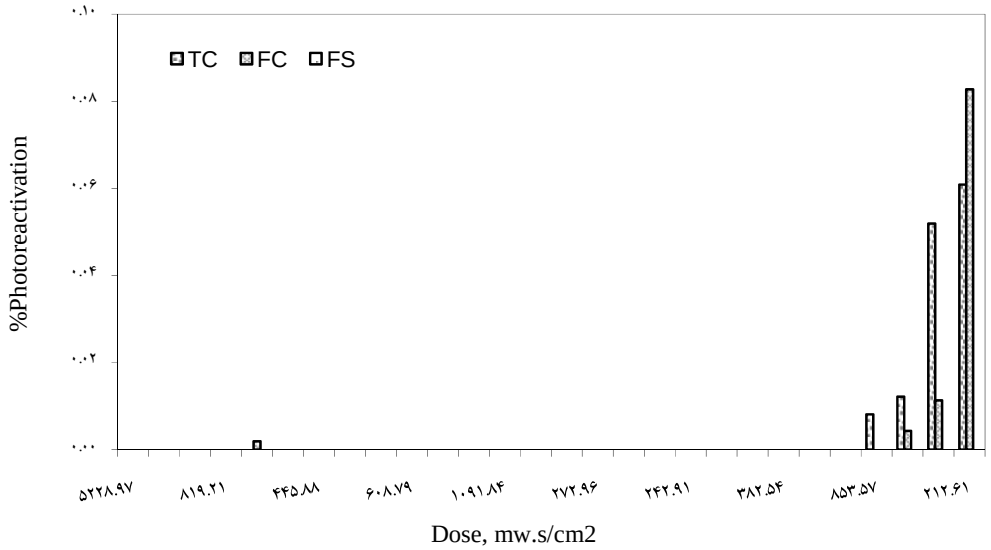
نمودار ۶: نمودار فعالیت مجدد کلیفرم‌های کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی پس از گندزدایی پساب زلال شده با لامپ فشار متوسط UV



نمودار ۷: نمودار فعالیت مجدد کلیفرم‌های کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی پس از گندزدایی پساب زلال شده با تلفیق لامپ‌های کم فشار و فشار متوسط UV

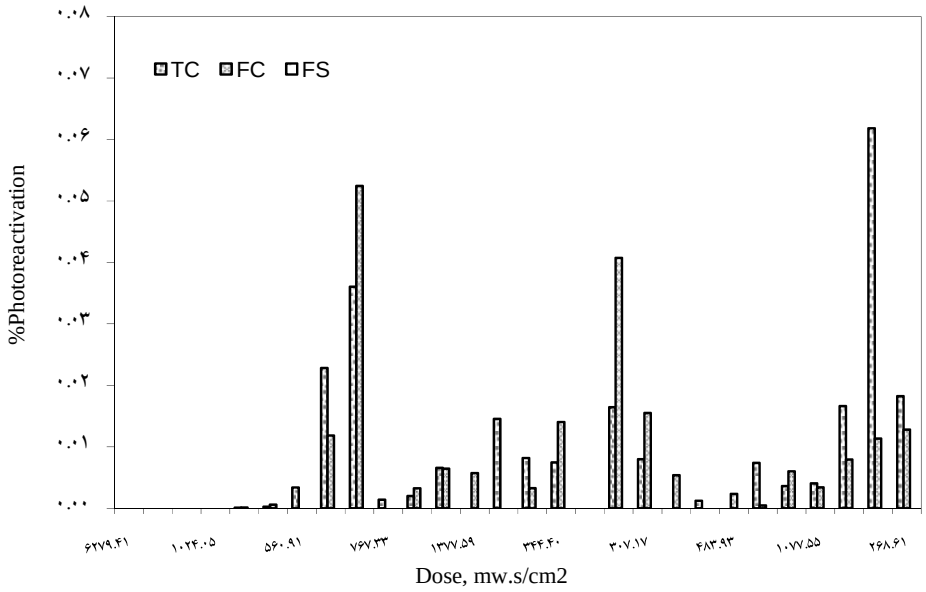


نمودار ۸: نمودار فعالیت مجدد کلیفرم‌های کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی پس از گندزدایی پساب فیلتر شده با لامپ کم فشار UV



نمودار ۹: نمودار فعالیت مجدد کلیفرم‌های کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی پس از گندزدایی پساب فیلتر شده با لامپ فشار متوسطUV

www.mui.ac.ir



نمودار ۱۰: نمودار فعالیت مجدد کلیفرم‌های کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی پس از گندزدایی پساب فیلتر شده با تلفیق لامپ‌های کم فشار و فشار متوسط UV

بحث

در نمودار شکل ۱ ضرایب همبستگی بین دو پارامتر به خصوص برای پساب‌های ثانویه و فیلتر شده حاکی از آن است که در پساب ثانویه با افزایش غلظت جامدات معلق، درصد عبور اشعه کاهش یافته است. عکس این حالت برای پساب فیلتر شده صادق است؛ یعنی با کاهش جامدات معلق پساب طی فرایند فیلتراسیون، درصد عبور اشعه در پساب افزایش یافته است ($P < ۰/۰۵$). از آن جا که مقدار حذف ذرات معلق در تانک زلال‌ساز با زمان ماندن یک روز در اکثر موارد یکسان بوده است و پساب خروجی از آن دارای کیفیت به نسبت ثابتی می‌باشد، رابطه معنی‌داری بین دو پارامتر مشاهده نمی‌شود ($P > ۰/۰۵$). علامت منفی نشانگر رابطه معکوس بین غلظت جامدات معلق پساب و درصد عبور اشعه است.

با توجه به این که در گندزدایی با اشعه UV و در صورت ناکافی بودن دوز تابشی، احتمال رشد مجدد میکروارگانیسم‌ها پس از مواجهه با نور مرئی وجود دارد؛ بنابراین جهت اطمینان از غیر فعال‌سازی کامل باکتری‌ها توسط اشعهUV، قابلیت رشد مجدد باکتری‌ها در دوزهای به نسبت بالای مورد استفاده در سه گزینه مختلف گندزدایی پساب مورد بررسی قرار گرفت.

بررسی فعالیت مجدد نوری در گندزدایی پساب ثانویه زلال‌سازی شده با لامپ‌های کم فشار و فشار متوسط UV

تعداد کلیفرم‌های کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی در گندزدایی پساب ثانویه با لامپ کم فشار در حداکثر دوز اشعه ۱۶۱ $mWs/cm^۲$ به ترتیب از $۵/۳ \times ۱۰^۶$، $۲/۱ \times ۱۰^۶$ و $۱۰^۵ \times ۲$ به $۱/۲ \times ۱۰^۲$، $۸/۵ \times ۱۰^۲$ و $۴/۲ \times ۱۰^۲$ کاهش یافته است که پس از ۳ ساعت مواجهه با نور خورشید در آزمایشگاه (۶۰۰۰ Lux) و کشت مجدد نمونه‌ها، تعداد کلیفرم‌های کل و مدفوعی به $۱/۳ \times ۱۰^۳$، $۲/۸ \times ۱۰^۲$ رسید و در استرپتوکوک رشد مجددی مشاهده نشد. به طور متوسط در ۱۵ درصد از کلیفرم‌های کل و۳ درصد از کلیفرم‌های مدفوعی پس از گندزدایی با لامپ کم فشار رشد مجدد مشاهده شد. درگندزدایی پساب ثانویه با لامپ فشار متوسط در دبی

www.mui.ac.ir

۲ lit/min با حداکثر دوز ۵۱۶ mWs/cm^2، تعداد باکتری‌های مذکور به ترتیب به ۶/۵ × $۱۰^۲$، ۲/۷ × $۱۰^۲$ و ۱/۶ × $۱۰^۲$ کاهش یافت که پس از فعالیت مجدد، تعداد کلیفرم‌های کل و مدفوعی به ۷/۱ × $۱۰^۲$ و ۳/۴ × $۱۰^۲$MPN/۱۰۰ml رسید. به طور متوسط در ۲ درصد از کلیفرم‌های کل و مدفوعی پس از گندزدایی با لامپ فشار متوسط رشد مجدد مشاهده شده است. در گندزدایی متوالی با هر دو نوع لامپ (کم فشار و فشار متوسط) با دوز تجمعی ۶۷۶/۵ mWs/cm^2، تعداد باکتری‌ها به ۱۰۰/۵، ۴و۵۰کاهش یافت که پس از فعالیت مجدد فقط تعداد کلیفرم‌های کل به ۱/۲ × $۱۰^۲$ رسید. به عبارتی تنها در ۲ درصد از کلیفرم‌ها رشد مجدد حاصل شد.

بررسی فعالیت مجدد نوری در گندزدایی پساب ثانویه زلال‌سازی شده با لامپ‌های کم فشار و فشار متوسط UV

تعداد کلیفرم‌های کل و مدفوعی در گندزدایی پساب زلال‌سازی شده با ۲۹/۴ = %UVT (درصد عبور اشعه UV) با استفاده از لامپ کم فشار در حداکثر دوز اشعه mWs/cm^2 ۵۵۹/۱۳ به ترتیب از ۱/۱ × $۱۰^۶$ و ۳/۴ × $۱۰^۵$ به ۴/۵ × $۱۰^۲$ و ۸۰ کاهش یافته بود که پس از فعالیت مجدد در حضور نور خورشید به ۶/۳ × $۱۰^۲$ و ۱/۳ × $۱۰^۲$ رسید و تعداد استرپتوکوک‌ها در این دوز به حد غیر قابل تشخیص رسیده است. به طور متوسط در ۲ درصد از کلیفرم‌ها پس از گندزدایی پساب زلال‌سازی شده با لامپ کم فشار رشد مجدد مشاهده شده است. در دبی‌های بالاتر (تا ۲۶ lit/min)، دوز اشعه به ۴۶ mWs/cm^2 کاهش یافته است که کارایی گندزدایی ۴ درصد می‌باشد. درگندزدایی این پساب با لامپ فشار متوسط در حداکثر دوز ۱۹۲۷ mWs/cm^2 هیچ کلیفرمی در پساب خروجی شناسایی نشد، ولی پس از ۳ ساعت طی رشد مجدد در حضور نور مرئی کلیفرم‌های کل به ۲۲۰ و کلیفرم‌های مدفوعی به ۸۰ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر رسیدند یعنی ۰/۱ درصد از کلیفرم‌ها دارای فعالیت مجدد نوری بوده‌اند تا دوز ۵۷۶ mWs/cm^2 تعداد کلیفرم‌های کل و مدفوعی با رشد مجدد جزیی تا حد استاندارد کاهش یافتند ولی دوز تابشی تا ۳۱۹ mWs/cm^2 باعث غیر فعال‌سازی مؤثر استرپتوکوک‌ها شد. در دوزهای پایین‌تر، غیرفعال‌سازی باکتری‌ها چندان مؤثر نبود و رشد مجدد باکتری‌ها به دلیل عدم دریافت دوزکافی اشعه جهت گندزدایی افزایش یافت. در ۰/۰۷ درصد از کلیفرم‌ها پس از گندزدایی پساب زلال‌سازی شده با تلفیقی از لامپ‌های کم فشار و فشار متوسط رشد مجدد مشاهده شد. به طور کلی بر اساس آزمون آماری Paired t تفاوت معنی‌داری در تعداد باکتری‌ها قبل و بعد از پرتودهی پساب زلال شده با اشعهUV وجود نداشته است ($P > ۰/۰۵$).

بررسی فعالیت مجدد نوری باکتری‌ها در گندزدایی پساب ثانویه فیلتر شده با لامپ‌های کم فشار و فشار متوسط UV

تعداد کلیفرم‌های کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی در طی گندزدایی پساب فیلتر شده تا SOR = ۳۳۶$lit/m^2.hr$ (نرخ بار سطحی) و با استفاده از لامپ کم فشار تا دوز اشعه ۲۰۵ mWs/cm^2 با رشد مجدد اندک به میزان Log ۴-۲ تا حد استاندارد غیر فعال شده‌اند. سپس تا SOR = ۷۵۵ $lit/m^2.hr$ و تا دوز ۸۹ mWs/cm^2 غیر فعال‌سازی باکتری‌ها کاهش یافت و به دلیل دریافت دوز ناکافی اشعه توسط باکتری‌ها در اثر کیفیت نامطلوب پساب و زمان تماس کم، رشد مجدد باکتری‌ها پس از گندزدایی مشاهده شد.

غیرفعال‌سازی کلیفرم‌های کل، مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی در طی گندزدایی پساب فیلتر شده تا دبی ۲۵ $lit/m^2.hr$ و SOR = ۱۰۴۹ $lit/m^2.hr$، با استفاده از لامپ فشار متوسط تا دوز اشعه ۲۳۰ mWs/cm^2 بدون رشد مجدد باکتری‌ها، Log ۶-۳ بوده است که تا کمتر از حد استاندارد غیر فعال شده‌اند، یعنی به ترتیب از ۱/۲ × $۱۰^۶$، ۱/۳ × $۱۰^۵$ و ۲/۸ × $۱۰^۴$ به ۴/۶ × $۱۰^۲$، ۱/۵ × $۱۰^۲$ و ۱/۴ × $۱۰^۲$ کاهش یافته است (۹۹/۹۶ درصد). به طور کلی بر اساس آزمون آماری Paired t تفاوت معنی‌داری در تعداد

باکتری‌ها قبل و بعد از پرتودهی پساب فیلتر شده با لامپ‌های فشار متوسط اشعه UV و همچنین تلفیق دو نوع لامپ وجود داشته است ($P < ۰/۰۰۱$). بدین معنی که بار میکروبی پساب فیلتر شده به طور مؤثری تا حد استاندارد کاهش یافته است.

لامپ‌های فشار متوسط فرابنفش نسبت به لامپ‌های کم فشار در گندزدایی محیط کشت خالص باکتری در آب اثر فعالیت مجدد نوری نداشت، اما مطالعات کمی نشان داد که رفتار میکروارگانیسم‌ها در فاضلاب متفاوت از این است (۸). توانایی ترمیم نوری اشرشیاکلی در مواجهه با ۵۶۰۰ لوکس در مقایسه با ۱۶۰۰ لوکس نور مرئی به طور معنی‌داری افزایش یافت که در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر از دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بود. همچنین این مقدار پس از گندزدایی با لامپ کم فشار بیشتر از لامپ فشار متوسط بود. در حالی که انتروکوکسی تحت هر شرایطی توانایی ترمیم مجدد نداشت که شاخص بهتری در مقایسه با کلیفرم‌های گرماپای می‌باشد. در مطالعات مشابه نیز استرپتوکوک‌ها قدرت ترمیم مجدد از خود نشان ندادند (۶). درصد خودترمیمی نوری در نمونه‌های پساب ثالثیه گندزدایی شده با دوز اشعه ۵ و ۲۰ mJ/cm^2 به ترتیب ۳۱/۱ و ۰/۴ درصد بود (۹). در مطالعه‌ای، قابلیت خودترمیمی نوری باکتروفاژها بسیار مؤثرتر از ترمیم در تاریکی گزارش شده است (۱۰).

می‌توان نتیجه گرفت که انتخاب نوع لامپ UV برای گندزدایی پساب تصفیه‌خانه فاضلاب با توجه به فعالیت مجدد نوری باکتری‌ها، فاکتوری بحرانی است، ولی در دوزهای کاربردی بیشتر از ۲۳۰mWs/cm^2 برای باکتری‌های معلق پراکنده چندان مؤثر نیست. در این مطالعه قابلیت رشد مجدد کلیفرم‌ها با افزایش شدت لامپ و دوز پرتودهی کاهش قابل ملاحظه‌ای داشت.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با همکاری معاونت بهره‌برداری و کمیته تحقیقات و بهبود بهره‌وری شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان و همچنین واحد بهداشت محیط مرکز بهداشت استان اصفهان انجام شد که از مسؤولین محترم صمیمانه قدردانی می‌گردد.

References

1. Hashemi H, Sadeghi M, Amin MM. Application of Ultra violet Systems in water and Effluent Disinfection (Principles, Design, Operation and Maintenance). 1st ed. Tehran: Artin Teb Publication; 2010. p. 54-112. [In Persian].
2. Shang C, Cheung LM, Ho CM, Zeng M. Repression of photoreactivation and dark repair of coliform bacteria by TiO2-modified UV-C disinfection. Applied Catalysis B: Environmental 2009; 89(3-4): 536-42.
3. Hallmich C, Gehr R. Effect of pre- and post-UV disinfection conditions on photoreactivation of fecal coliforms in wastewater effluents. Water Res 2010; 44(9): 2885-93.
4. Masschelein W, Rice RG. Ultraviolet Light in Water and Wastewater Sanitation. Washington, DC: Lewis Publishers; 2002.
5. Amin MM, Hashemi H, Bina B, Movahhedian Attar H, Farrokhzadeh H, Ghasemian M. Pilot-scale studies of combined clarification, filtration, and ultraviolet radiation systems for disinfection of secondary municipal wastewater effluent. Desalination 2010; 260(1-3): 70-8.
6. Locas A, Demers J, Payment P. Evaluation of photoreactivation of Escherichia coli and Enterococci after UV disinfection of municipal wastewater. Can J Microbiol 2008; 54(11): 971-5.
7. Eaton AD, Franson MA, American Water Works Association, Water Environment Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington, DC: American Public Health Association; 2005.
8. Guo M, Hu H, Bolton JR, El-Din MG. Comparison of low- and medium-pressure ultraviolet lamps: Photoreactivation of Escherichia coli and total coliforms in secondary effluents of municipal wastewater treatment plants. Water Res 2009; 43(3): 815-21.

9. Guo MT, Hu HY, Liu WJ. Dark treatment effects on photoreactivation characteristics of Escherichia coli in a tertiary effluent disinfected by UV. Huan Jing Ke Xue 2008; 29(6): 1644-8.
10. Said MB, Hassen A, Saidi N, Ackermann HW. Study of the relationship between bacteriophage and selective host cells according to different conditions of UV-C irradiation. Desalination 2009; 246(1-3): 397-408.

Study of Indicator Bacteria Photo Reactivation Capability in the Irradiated Effluent of Municipal Wastewater

Hassan Hashemi[1], Mohammad Mehdi Amin[2]

Abstract

Background: Photo reactivation of microorganisms following UV disinfection is a disadvantage of using UV technology for wastewater treatment, since in some cases it may even reach several logarithms. The aim of this study was to evaluate the possibility of the photo reactivation of indicator bacteria (coliform and streptococci) in the irradiated effluent.

Methods: This study was performed using three alternatives: (1) low-pressure (LP) + medium-pressure (MP) UV lamps, (2) clarifier + LP + MP, and (3) pressurized sand filter + LP + MP. Moreover, total coliform (TC), fecal coliform (FC), fecal Streptococcus (FS), TSS, absorptivity and UV transmittance (UVT; %) were tested.

Findings: The UVT% for secondary, clarified and filtered effluents were 3.5, 34 and 50, respectively. A 15% photo reactivation in secondary effluent disinfected by LP lamp was observed, while it was limited to 0.03% by the MP lamp after filtration. The highest photo reactivation of coliforms was observed after disinfection of secondary effluent with low-pressure lamps (15%) and the lowest photo reactivation was observed after filtered effluent disinfection with medium pressure lamps (0.03%).

Conclusion: It is concluded that the type of UV lamp used for wastewater treatment plants, as regarding photo reactivation of total coliforms, is not critical as long as the applied germicidal UV dose is greater than 230 mJ/cm2.

Key words: Photo reactivation, Indicator Bacteria, Irradiated Effluent.

1- Faculty Member, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran.
2- Associate Professor, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran. (Corresponding Author)
Email: amin@hlth.mui.ac.ir