چکیده فارسی

مقدمه

سیپروفلوکساسین و افلوکساسین به صورت گسترده برای درمان عفونت‌های باکتریایی بکار می‌روند. فاضلاب‌های صنایع داروسازی، بیمارستانی و شهری محتوی غلظت‌های بسیار بالایی از این آلاینده‌ها می‌باشند. بدلیل دشوار بودن تخریب این آلاینده‌ها در محیط‌های طبیعی، به طور فزاینده‌ای در منابع آبی شناسایی شده‌اند. فرایندهای بیولوژیکی نیز به تنهایی قادر به تجزیه و حذف سمیت این مواد نیستند. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی کارایی فرایند احیا پیشرفته UV/Iodide در بهبود تجزیه‌پذیری بیولوژیکی فاضلاب محتوی آنتی‌بیوتیک‌های سیپروفلوکساسین و افلوکساسین بود.

روش کار

در این تحقیق از دو روش فرایندهای احیا پیشرفته UV/Iodide و پس تصفیه بیولوژیکی بصورت تلفیقی استفاده گردید. در مرحله پیش تصفیه احیا پیشرفته، اثر پارامترهای pH، نسبت مولی، شدت تابش UV، زمان، غلظت، یون‌های مزاحم (نیترات، کلراید، سولفات و بی‌کربنات) و اسکونجرها (دی‌سولفید کربن، تتراکلرید کربن، ترت بوتیل الکل) در تخریب نوری آلاینده‌ها بررسی گردید. در مرحله فرایند پس تصفیه بیولوژیکی، ابتدا شرایط لازم برای ورود پساب حاصل از فرایند احیا پیشرفته به فرایند بیولوژیکی براساس نتایج بدست آمده و چهار دلیل کلیدی شامل شناخت ترکیبات نهایی تولید شده، عملکرد تخریب، تست سمیت و نسبت $BOD_5/COD \geq ۰/۴$ تعیین گردید. پساب حاصله جهت معدنی‌سازی بیشتر برای شرایطی که میزان تجزیه در آن شرایط حداکثر بود وارد سیستم بیولوژیکی گردید. در نهایت اثر زمان واکنش بیولوژیکی در غلظت‌های مختلف MLSS جهت معدنی‌سازی بیشتر مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها

اثر پارامترهای موثر در فرایند احیا پیشرفته UV/Iodide در تخریب نوری آلاینده‌ها مورد بررسی قرار گرفت و شرایط بهینه برای pH=۹، نسبت مولی یدید به آلاینده‌ها ۲:۱، شدت تابش $۴۰۰۰\ mWcm^{-2}$، اثر زمان ۳۰min، و غلظت اولیه ۵۰ میلی‌گرم درلیتر برای هر دو آلاینده بدست آمد. سینتیک واکنش با روش مدل شبه درجه اول مورد بررسی و ثابت واکنش با افزایش غلظت از $۵۰\ mg\ L^{-1}$ به $۲۰۰\ mg\ L^{-1}$ برای سیپروفلوکساسین و افلوکساسین بترتیب از $۰/۱۸۹۲\ min^{-1}$ به $۰/۰۳۵۱\ min^{-1}$ و $۰/۳۱۱\ min^{-1}$ به $۰/۰۳۷۷\ min^{-1}$ کاهش یافت. انرژی مصرفی با دو روش سینتیک و IUPAC محاسبه گردید. در مدل سینتیک، انرژی مصرفی با افزایش غلظت برای آنتی‌بیوتیک سیپروفلوکساسین بترتیب از $۱/۵۴\ kWh\ m^{-3}$ به $۸/۰۲\ kWh\ m^{-3}$ و برای افلوکساسین نیز بترتیب از $۰/۹۰۵\ kWh\ m^{-3}$ به $۷/۰۹\ kWh\ m^{-3}$ افزایش پیدا کرد. در مدل IUPAC نیز برای آنتی بیوتیک سیپروفلوکساسین بترتیب از $۱/۲۲\ kWh\ m^{-3}$ به $۶/۴۸\ kWh\ m^{-3}$ و برای آنتی بیوتیک افلوکساسین نیز بترتیب از $۰/۹۱\ kWh\ m^{-3}$ به $۶/۲۹\ kWh\ m^{-3}$ افزایش می‌یابد. اثر آنیون‌های اصلی آب بر عملکرد فرایند UV/Iodide مورد بررسی قرار گرفت و بیشترین اثر گذاری منفی بر فرایند بر هر دو آلاینده بترتیب مربوط به نیترات،

بیکربنات، سولفات و کلراید بدست آمد. گونه‌های واکنشگر با استفاده از اسکونجرها (دی‌سولفید کربن، تتراکلرید کربن، ترت بوتیل الکل) مورد بررسی قرار گرفت و گونه احیاکننده الکترون هیدراته نقش اساسی را در تخریب نوری آلاینده‌ها بر عهده داشتند. بررسی ترکیبات نهایی با آنالیز GC-Mas بررسی و مشخص گردید ترکیبات حلقوی به ترکیبات آلی خطی و ساده و ترکیبات سریع زیست‌تخریب‌پذیر تبدیل شده است. برای تشخیص میزان سمیت پساب فرایند UV/Iodide از روش Kirby & Bauer استفاده گردید و نتایج کمترین میزان سمیت ناشی از ترکیبات نهایی تولید شده در غلظت اولیه ۵۰mg را بعد از ۳۰min زمان واکنش نشان داد. هاله‌های تشکیل شده برای آنتی‌بیوتیک‌های سیپروفلوکساسین و افلوکساسین در غلظت اولیه این آلاینده‌ها بترتیب ۳۹mm و ۳۳ mm بود که بعد از ۳۰ min زمان واکنش به میزان ۱۱/۴ mm و ۹ mm کاهش یافت که نشان دهنده کاهش شدید سمیت باکتریایی پساب تصفیه شده می‌باشد. شرایط پساب فرایند UV/Iodide جهت بررسی معدنی‌سازی بیشتر ترکیبات تولید شده برای سیپروفلوکساسین و افلوکساسین و بهبود تجزیه پذیری بیولوژیکی فاضلاب پیش تصفیه شده مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که کارایی کاهش COD وTOC برای سیپروفلوکساسین ۳۷/۵٪ و ۳۶/۳۲٪ و برای افلوکساسین نیز ۴۰/۹٪ و ۳۹/۸۴٪ بعد از طی زمان ۳۰min بدست آمد. نسبت$(BOD_5)/(COD)$ جهت تشخیص بهبود تجزیه پذیری بیولوژیکی بترتیب برای سیپروفلوکساسین و افلوکساسین برابر با ۰/۴۵ و ۰/۴۸ بعد از زمان واکنش ۳۰ min زمان تخریب نوری بدست آمد که نشان دهنده زیست تجزیه‌پذیری مناسب پساب ورودی به راکتور بیولوژیکی می‌باشد. تاثیر تغییرات MLSS و زمان واکنش بیولوژیکی در معدنی‌سازی بیشتر ترکیبات نهایی تولیدی در فرایند UV/Iodide مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که با افزایش زماند ماند بیولوژیکی، کارایی سیستم در معدنی‌سازی ترکیبات نهایی تولیدی در فرایند پیش تصفیه افزایش می‌یابد. بهترین کارایی حذف COD در تصفیه بیولوژیکی برای آنتی‌بیوتیک‌های سپروفلوکساسین و افلوکساسین در غلظت MLSS معادل با $5000\ mg\ L^{-1}$ بترتیب ۸۸/۱۶٪ و ۹۱/۵۲٪ بعد از ۱۱ ساعت زمان واکنش بیولوژیکی بود.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج ارائه شده، کارایی حذف این آلاینده‌ها با روش تلفیقی احیا پیشرفته و پس تصفیه بیولوژیکی قابل قبول بوده، بنابراین استفاده از این فرایند می‌تواند بعنوان یک روش موثر جهت تصفیه غلظت‌های بالایی از این آنتی‌بیوتیک‌های سیپروفلوکساسین و افلوکساسین جهت استفاده در صنعت آب و فاضلاب امیدوارکننده باشد.