Archive of SID

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۶، جلد ۱۳، بهمن - اسفند ۱۳۹۸، ص. ۱۷۸۲-۱۷۷۴

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 6, Vol. 13, Feb.-Mar. 2020,1774-1782p.

امکان‌سنجی استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر تفرش در کشاورزی

نفیسه آقابابائی [۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۱۰

چکیده

تقریباً ۷۰ درصد از مصرف آب جهان، ازجمله آب‌هایی که از رودخانه‌ها منتقل و یا از منابع زیرزمینی پمپاژ می‌شوند، برای آبیاری کشاورزی استفاده می‌شود. استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده جهت آبیاری به‌عنوان یک منبع مهم جایگزین در استراتژی جدید مدیریت آب، در کشورهایی که با کمبود شدید منابع آب مواجه هستند، مطرح است. هدف از این مطالعه بررسی امکان استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر تفرش برای آبیاری زراعی بود. این تحقیق، مطالعه‌ای توصیفی– مقطعی است. به این منظور تعدادی از پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهری تفرش در بازه زمانی فروردین– شهریور سال ۱۳۹۶، به‌صورت ماهیانه اندازه‌گیری و با استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران، سازمان حفاظت محیط‌زیست امریکا (EPA)، سازمان جهانی خواروبار و کشاورزی (FAO) و سازمان بهداشت جهانی (WHO) مقایسه و در نرم‌افزار اکسل تحلیل گردید. میانگین غلظت باقیمانده در پساب خروجی برای COD، BOD_5، DO، TSS، سرب، مس، کادمیوم برحسب میلی‌گرم بر لیتر و pH به ترتیب به ۳۵/۰۸، ۱۷/۵۶، ۰/۹۲، ۲۵/۴۰، ۰/۰۳۸، ۰/۰۱۷، ۰/۰۰۳ و ۷/۶۰ بود که بیشترین بار آلی مربوط به ماه‌های تیر و مرداد بود. میانگین کل راندمان حذف برای COD، BOD و TSS به ترتیب برابر با ۹۰/۱۳ و ۹۲/۲۸ و ۸۹/۴۹ درصد محاسبه شد. میانگین پارامترهای میکروبی کلی فرم مدفوعی ۱۹۴/۱۶ و کلی فرم کل ۸۹۷/۵۰ MPN/100ml بود. نتایج این تحقیق نشان داد که میانگین پارامترهای کیفی موردمطالعه پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهر تفرش در محدوده استاندارد استفاده در کشاورزی بود.

واژه‌های کلیدی: استفاده مجدد از پساب، تصفیه‌خانه فاضلاب، تفرش، مصارف کشاورزی

مقدمه

منابع آب شیرین موجود در بسیاری از مناطق جهان به‌طور پیوسته در حال کاهش است. پیش‌بینی می‌شود که بیش از ۳/۶ میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰ در مناطق کم آب زندگی کنند (OECD., 2012). اگرچه بخش کشاورزی در حال حاضر بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب (۷۰ درصد استفاده جهانی) است، لکن رشد شهرنشینی به‌ویژه در شهرهای بزرگ به افزایش قابل‌توجهی در تقاضای آب منجر شده است. با توجه به کمبود آب در بسیاری از مناطق، این امر منجر به استفاده مجدد از فاضلاب به‌عنوان یک گزینه قابل‌قبول برای افزایش دسترسی به آب شیرین، به‌ویژه به‌منظور آبیاری در کشاورزی شد که به‌سرعت در اروپا، ایالات‌متحده، استرالیا و چین در حال افزایش است (Zhang et all.,2017). با توجه به پیشرفت‌های تکنولوژی، اخیراً پیشنهاد استفاده از تصفیه فاضلاب به‌منظور تهیه آب آشامیدنی نیز افزایش‌یافته است. چندین شهر در ایالات‌متحده و آفریقای جنوبی ازجمله نمونه‌های موفقی هستند که به‌عنوان نمونه در این مورد می‌توان به آن اشاره نمود (Lahnsteiner,.2018).

از سویی رشد جمعیت جهانی همزمان با افزایش فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی، باهدف تمرکز بر نیازهای غذایی است. بنابراین استفاده از فاضلاب خانگی می‌تواند ارزان‌تر از پمپاژ آب شیرین باشد و منبع جایگزین جالب برای آبیاری در کشورهای درحال‌توسعه محسوب شود. بدین منظور تصفیه فاضلاب قبل از استفاده مجدد در آبیاری می‌تواند خطرات بهداشتی مربوط به این عمل را کاهش دهد. لذا تحت شرایط کنترل‌شده، پیشنهادشده است که فاضلاب‌های تصفیه‌شده برای برخی از انواع آبیاری کشاورزی استفاده شود (Al-Lahham et all.,2003).

از نگاه دیگر با آبیاری توسط پساب باروری خاک نیز افزایش می‌یابد و بازدهی برداشت گیاهان آبیاری شده به این روش نسبت به آب آشامیدنی بیشتر خواهد شد. پرایرا و همکاران تأثیر افزایش میزان آبیاری با پساب بر خواص خاک در شرایط گرمسیری را موردبررسی قراردادند (Pereira et all.,2011). نتایج آن‌ها کاهش اسیدیته خاک زمین‌های آبیاری شده را نشان داد. مطالعات انجام‌شده توسط کورا و همکاران در مراکش، تولید قابل‌توجهی در کشت سیب‌زمینی و کاهو از خاک آبیاری شده توسط پساب را تأیید کرد (Kouraa et all.,2011). تعدادی از محققان تأثیر استفاده مجدد فاضلاب بر برخی

۱- مربی،گروه مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی، دانشگاه تفرش، تفرش، ایران
aghababaei@tafreshu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

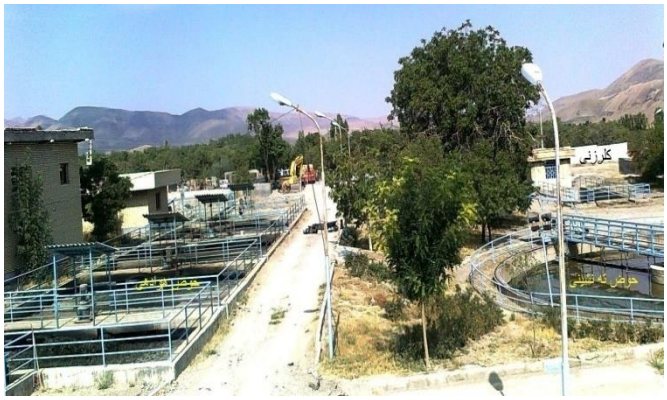
جنبه‌های زراعی گیاهان مانند عملکرد کشاورزی را مورد بررسی قراردادند. بااین‌حال، گزارش‌های کمتری وجود دارد که به بررسی تأثیر فیزیولوژیکی و بیوشیمی عمیق آبیاری توسط فاضلاب‌های خام و یا تصفیه‌شده خانگی بر روی محصولات پرداخته باشد. تلاش برای ترویج استفاده از پساب در کشاورزی در سراسر جهان، وسیله‌ای برای دفع ارزان قلمداد می‌شود. ازاین‌رو استفاده کشاورزان در مناطق شهری از پساب برای آبیاری، جایگزینی کم‌هزینه برای آب آشامیدنی معمولی می‌باشد. به این طریق مقدار زیادی کربن ارگانیک و مواد مغذی ضروری گیاهی به‌سوی زمین های کشاورزی سرازیر می‌شوند و مصرف کود در طول تولید محصولات کاهش می‌یابد. ریزمغذی‌ها از طریق پساب تأمین و نیاز محصول را برآورده می‌کنند، درنتیجه عملکرد محصول و کیفیت تولید را بهبود می‌بخشند (Kharche et all.,2011). بسیاری از کشاورزان معتقدند که استفاده از پساب ها بیش از ۷۰ درصد استفاده از کود در بسیاری از محصولات آن‌ها را کاهش می‌دهند که خود یک مزیت است.

به‌غیراز مواد مغذی گیاهی، پساب ها ممکن است دارای فلزات سنگین، نظیر کادمیوم، کروم، نیکل، سرب، آرسنیک، روی، مس باشند. غلظت این فلزات در پساب بسیار پایین است، اما در طولانی‌مدت استفاده از آن برای آبیاری می‌تواند به مقدار قابل‌توجهی این فلزات را در خاک افزایش دهد (Saha JK et all.,2017). فلزات سنگین برای رشد گیاه سمی هستند و باعث تحریک تغذیه‌ای در خاک می‌شوند، بنابراین می‌توانند جذب مواد مغذی از خاک به گیاه را تحت تأثیر قرار دهند (Dotaniya ML et all.,2018). بااین‌حال برخی از فلزات برای تولید محصول ضروری هستند، اما در غلظت بالاتر به‌عنوان فلزات مضر برای رشد و نمو گیاهان عمل می‌کنند (Pipalde JS et all.,2018). بنابراین آبیاری با چنین آب‌هایی ممکن است باعث بروز مشکلاتی ازجمله کاهش نفوذپذیری و سمیت شوند (ناصری و همکاران،۱۳۹۱).

با توجه به اینکه فاضلاب خام حاوی عوامل بیماری‌زای فراوانی است، استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته در تصفیه، این مشکل را حل می‌کند. بنابراین در صورت نیاز به استفاده مجدد از پساب، باید مشخص شود که پساب تصفیه‌شده، تا چه میزان استانداردهای رهنمود شده برای کاربرد موردنظر را تأمین می‌کند. لذا برای حفظ سلامتی انسان و محیط‌زیست، رهنمودهایی توسط سازمان بهداشت جهانی، آژانس محیط‌زیست ایالات‌متحده امریکا، سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران، اتحادیه اروپا و ... تدوین‌شده است. مطالعات متعددی در نقاط مختلف ایران در این رابطه و امکان استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در کشاورزی انجام‌شده است. این مطالعات گویای این است بحران آب در کشور نظیر سایر نقاط جهان، مسئله‌ای بسیار جدی است و استفاده از پساب فاضلاب طبق استانداردهای لازم می‌تواند تا حدودی راه‌حل مناسبی باشد و مشکل را تعدیل نماید. لذا پژوهش حاضر به‌منظور امکان‌سنجی استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده شهرتفرش واقع در استان مرکزی برای استفاده در بخش کشاورزی و شناسایی و ارزیابی، ریسک‌های ایمنی، بهداشتی و محیط زیستی انجام گرفت.

مواد و روش ها

سایت تصفیه‌خانه شهر تفرش با ظرفیت ۴۲۰۵ مترمکعب در شبانه‌روز، جمعیتی معادل ۲۳۰۸۵ نفر را تحت پوشش خدمات دفع بهداشتی فاضلاب قرار می‌دهد. تصفیه‌خانه فاضلاب این شهر در سال ۱۳۷۷ با ظرفیت ۱۲۸۰۰ نفر با فرایند لجن فعال از نوع هوادهی گسترده ساخته شد که با توجه به افزایش جمعیت شهر، دیگر این تصفیه‌خانه جوابگو نبود و مسئولین را بر آن داشت که فاز دوم تصفیه‌خانه را راه‌اندازی کنند. فاز دوم با فرایند لجن فعال MLE همراه با ته‌نشینی اولیه در اسفند سال ۱۳۹۵ به بهره‌برداری رسید. واحدهای مختلف تصفیه‌خانه فاضلاب تفرش شامل تصفیه مقدماتی، اولیه و ثانویه و نهایتاً گندزدایی پساب است (شکل ۱).



شکل ۱- تصفیه‌خانه فاضلاب تفرش، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

این مطالعه یک پژوهش توصیفی – مقطعی بود. نمونه‌برداری از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر تفرش به‌منظور تعیین پارامترهای موردنیاز تعیین کیفیت پساب در بازه ۶ ماهه در سال ۹۶ انجام شد. نمونه‌برداری به‌صورت لحظه‌ای و تکرار در روز در طی ماه بود و در ساعت پیک مصرف برداشت شد. به‌منظور تعیین راندمان تصفیه‌خانه در حذف آلاینده‌های مختلف میکروبی، فیزیکی و شیمیایی و همچنین بررسی امکان استفاده از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب برای آبیاری اراضی کشاورزی از ورودی فاضلاب خام به تصفیه‌خانه در محل پمپاژ بعد از آشغال‌گیر اول و پساب خروجی نمونه‌برداری شد. برای تعیین خطرات بهداشتی شاخص‌های میکروبی (کلیفرم های کل و مدفوعی) و فلزات سنگین کادمیوم، سرب و مس به لحاظ اهمیت بیشتر تعیین مقدار شدند. برای تعیین میزان مواد آلی پساب پارامترهای BOD_5 (اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی) و COD (اکسیژن موردنیاز شیمیایی) اندازه‌گیری شدند. به‌منظور کنترل فرآیندهای تصفیه فیزیکی و بیولوژیکی فاضلاب، برای رعایت غلظت مجاز جامدات در پساب خروجی TSS(کل جامدات معلق موجود در پساب) اندازه‌گیری شد. برخی پارامترها از قبیل اکسیژن محلول، دما و pH با دستگاه‌های پرتابل در محل تعیین مقدار شدند. COD و BOD_5 با دستگاه اسپکتروفتومتر، TSS به روش وزن سنجی، فلزات سنگین با دستگاه جذب اتمی و کلیفرم کل و مدفوعی به روش کشت میکروبی اندازه‌گیری شدند. نحوه نمونه‌برداری و روش انجام آزمایش‌ها بر اساس روش‌های کتاب روش‌های استاندارد آب و فاضلاب (۲۰۰۵) (APHA.,2005) انجام شد. تجزیه‌وتحلیل نتایج در محیط Excel صورت گرفت و شاخص‌های آماری محیط شامل میانگین و انحراف معیار به دست آمدند.

نتایج و بحث

ازآنجاکه مهم‌ترین معیارهای ارزیابی مناسب بودن پساب‌ها برای استفاده در بخش کشاورزی، پارامترهای مربوط به جنبه‌های بهداشتی، فیزیکی وشیمیایی می‌باشد، نتایج حاصل از میانگین غلظت پارامترها اندازه‌گیری و با استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران (IRNDOE)، سازمان حفاظت محیط‌زیست امریکا (EPA) (EPA.,1977)، سازمان جهانی خواروبار و کشاورزی (FAO) (FAO.,1989) و سازمان بهداشت جهانی (WHO)(WHO.,1989) مقایسه شد (جدول ۱). به‌این‌ترتیب تصمیم‌گیری در مورد قابلیت استفاده از پساب در گزینه‌های مختلف بر اساس نتایج آزمایش‌های صورت گرفته بر روی پساب و مقایسه با استانداردها امکان‌پذیر می‌شود.

جدول ۱- تجزیه و تحلیل شیمیایی و میکروبیولوژیکی پساب تصفیه‌خانه فاضلاب تفرش و مقایسه آن با استانداردهای سازمان حفاظت از محیط زیست ایران (IRNDOE) ، EPA،WHO و FAO به‌منظور استفاده مجدد در کشاورزی

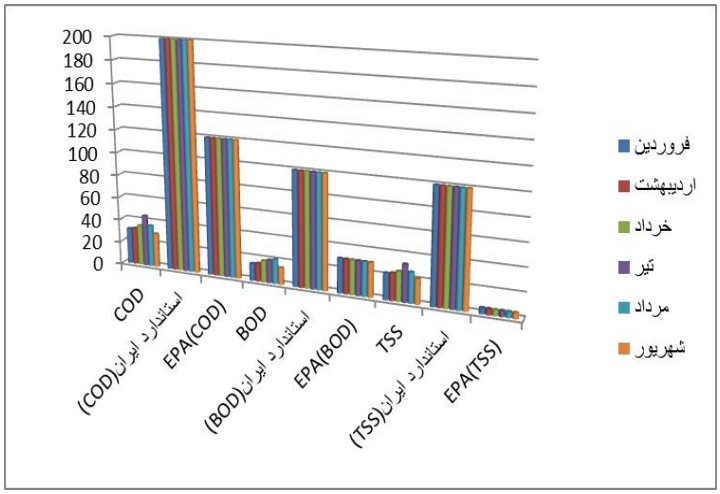
پارامتر (mg/l)	ماه نمونه‌برداری							استاندارد			
	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	میانگین± انحراف معیار	IRNDOE	WHO	EPA	FAO
COD	۳۱/۵۰	۳۲/۵	۳۵/۵۰	۴۴/۷۵	۳۶/۵۰	۲۹/۷۵	۳۵/۰۸ ± ۹/۶۲	۲۰۰	–	۱۲۰	–
BOD_5	۱۴/۹۰	۱۵/۷۵	۱۸/۷۵	۲۰	۲۱/۲۵	۱۴/۷۵	۱۷/۵۶ ±۴/۵۴	۱۰۰	–	۳۰	–
DO	۰/۷۱	۰/۷۴	۰/۸۴	۱/۰۲	۱/۱۰	۱/۱۴	۰/۹۲ ±۰/۱۹	۲	–	۵	–
TSS	۲۲/۸۰	۲۳/۵۲	۲۵/۷۱	۳۲/۴۱	۲۶/۴۴	۲۱/۵۳	۲۵/۴۰ ±۳/۵۴	۱۰۰	–	۵	–
$Pb^{+۲}$	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸ ±۰	۱	۵	۵	۵
$Cu^{+۲}$	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷ ±۰	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
$Cd^{+۲}$	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳ ±۰	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
NO_3^-	۰/۴۵	۰/۴۳	۰/۳۸	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۲۹ ±۰/۱۲	–	۵	۳۰	۵
pH ×	۷/۷۰	۷/۷۱	۷/۴۳	۷/۵۸	۷/۶۲	۷/۵۹	۷/۶۰ ±۰/۱۳	۶–۸/۵	۷/۲۵	۶–۹/۵	۷/۲۵
کلیفرم کل ×	۸۷۰	۸۹۰	۸۹۵	۹۱۰	۹۲۰	۹۰۰	۸۹۷/۵۰ ±۱۰/۴۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰	–
کلیفرم مدفوعی×	۱۳۰	۱۴۰	۱۴۵	۲۳۰	۳۵۰	۱۷۰	۱۹۴/۱۶ ± ۱۱	۴۰۰	۱۰۰۰	–	۱۰۰۰
تخم انگل (نماتود)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰ ±۰	۱	۱	۱	۱

واحد کدورت کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر و pH فاقد واحد است.

www.SID.ir

Archive of SID

مطابق جدول ۱ میانگین کلیفرم های کل و مدفوعی به ترتیب ۸۹۷/۵ و ۱۹۴/۱۶ بود. میانگین پارامترهای COD، BOD_5 و TSS به ترتیب ۳۵/۰۸، ۱۷/۵۶ و ۲۵/۴۰ میلی‌گرم در لیتر بود. میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، مس و کادمیوم به ترتیب ۰/۰۳۸، ۰/۰۱۷ و ۰/۰۰۳ بوده و با استانداردها مطابقت دارد. مقایسه استانداردها با مقادیر متوسط پارامترهای BOD_5،COD و TSS پساب در شکل ۲ نشان داده‌شده است. در طول نمونه‌برداری از سیستم مذکور دما و pH به ترتیب ۲۹-۱۸ درجه سانتی‌گراد و ۷/۷ -۷/۴ بود که مناسب برای هتروتروف ها در تصفیه بیولوژیکی است (Trojanowicz K et all.,2009).



شکل ۲- مقادیر متوسط پارامترهای BOD5،COD و TSS پساب تصفیه‌خانه فاضلاب تفرش در مقایسه با استاندارد مصارف کشاورزی

در کاربرد پساب برای کشاورزی، انتخاب گیاهان بایستی منطبق بر اصولی باشد که موجب آلودگی محصولات آبیاری شده به عوامل بیماری‌زا و انتقال به مصرف‌کننده نگردد. . لذا در استفاده از پساب برای کشاورزی بایستی پارامترهای میکروبیولوژیکی، شیمیایی و محیط زیستی لحاظ شود و با استانداردهای سازمان محیطزیست ایران جهت جلوگیری از تبعات منفی زیست‌محیطی و بهداشتی مطابقت کند. بنابراین برای بررسی شدت آلودگی پساب مذکور ، سنجش متغیرهای کیفی از قبیل BOD_5،COD، TSS و شمارش کل کلیفرم، به‌طور منظم انجام شد (Salgot et all.,2003). هر چه غلظت این متغیرهای کیفی بیشتر باشد، گویای بالا بودن شدت آلودگی است. در این پساب غلظت BOD_5 و COD از حد استاندارد ملی بسیار پایین‌تر بود که نشان دهنده کارایی بالای سیستم بیولوژیکی در این تصفیه‌خانه می‌باشد. بالاتر بودن میزان حذف BOD_5 نسبت به COD با توجه به فرایند بیولوژیکی لجن فعال قابل توجیه است چراکه تجزیه مواد بیولوژیکی نسبت به مواد آلی راحت‌تر بوده و از سوی دیگر میزان بارگذاری مواد آلی به تصفیه‌خانه به‌مراتب بالاتر بوده است. از طرفی چنانچه نسبت COD/BOD_5 کمتر از ۳ باشد نشان‌دهنده آن است که فاضلاب به‌طور موفقیت‌آمیزی توسط روش‌های بیولوژیکی تجزیه می‌شود (Moghadam FM et all.,2015) که در این تصفیه‌خانه در محدوده ۲/۲- ۱/۷ است که بازگوکننده تجزیه بیولوژیکی ساده مواد آلی در فاضلاب ورودی است. بر اساس استانداردهای تصفیه ثانویه فاضلاب شهری، هر تصفیه‌خانه باید قابلیت زدایش حداقل ۸۵ درصد مواد آلاینده موجود در فاضلاب مانند BOD_5،COD و TSS را دارا باشد (Tchobanglous G et all.,1991). نتایج نشان می‌دهد راندمان حذف BOD_5،COD و TSS به ترتیب ۹۰/۱۳، ۹۲/۲۸ و ۸۹/۴۹ درصد بود. در مطالعات احمدی و همکاران بر روی تصفیه‌خانه فاضلاب شهر کرمانشاه، راندمان تصفیه‌خانه را در حذف BOD_5،COD و TSS به ترتیب ۷۴، ۸۵ و ۸۵ درصد گزارش کردند (احمدی زاده و همکاران،۱۳۸۷). درجه حذف TSS نسبت به راندمان دیگر پارامترهای سینتیکی موردمطالعه، پایین‌تر بود که احتمالاً به دلیل وجود غلظت زیاد مواد جامد غیر آلی معلق و مقادیر بالاتر کلیفرم در فاضلاب ورودی خواهد بود. رسیدن به این درجه‌های حذف در تصفیه‌خانه تفرش یک نتیجه مطلوب محسوب می‌شود. بنابراین پساب حاصل از فرایند لجن فعال تصفیه‌خانه مذکور ازنظر دستیابی به شاخص‌های کیفی برای مصارف کشاورزی مطلوب می‌باشد.

با توجه به فعال بودن واحد کلرزنی تصفیه‌خانه شهر تفرش در زمان تحقیق و اطلاعات به‌دست‌آمده از غلظت‌های کل کلیفرمها و کلیفرمهای مدفوعی و تخم انگل پساب در مقایسه با معیارهای سازمان بهداشت جهانی، میانگین غلظت‌ها از استاندارد کمتر است. نجفی در تحقیقی بر روی بررسی آلودگی میکروبی ناشی از آبیاری

www.SID.ir

Archive of SID

چمن با فاضلاب تصفیه‌شده شهری تعداد کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی را در فاضلاب تصفیه‌شده بیشتر از استاندارد محیط‌زیست گزارش نمود که با نتایج این بررسی در ارتباط با این دو پارامتر مطابقت ندارد (نجفی،۱۳۸۴). با توجه به مقایسه نتیجه این پژوهش با موارد ذکرشده، این نتیجه حاصل است که در اغلب تصفیه‌خانه‌هایی که پساب‌های خروجی ازنظر میکروبی مشکل‌دارند، علت آن عدم دقت و کنترل در مرحله ضدعفونی و کلرزنی است. ازنظر میکروبی با توجه به اینکه محصولاتی که با پساب آبیاری خواهد شد محصولات علوفه‌ای یا محصولاتی هستند که به‌صورت خام به مصرف انسان نمی‌رسند، می‌توان گفت که انتقال باکتری‌های بیماری‌زا خیلی ضعیف است و محدودیتی برای استفاده از پساب در کشاورزی ندارد. در صورت استفاده از پساب در آبیاری فضای سبز یا آبیاری محصولاتی که به‌صورت خام مصرف می‌شوند، با توجه به اینکه در این حالت احتمال تماس مستقیم با خاک و مصرف مستقیم محصول وجود دارد، استفاده از روش‌های آبیاری قطره‌ای می‌تواند احتمال افزایش شیوع آلودگی‌های ناشی از پساب را افزایش داده و در مقابل استفاده از روش آبیاری سطحی، نگرانی‌های بهداشتی را می‌تواند به‌شدت کاهش دهد و جهت آبیاری قطره‌ای و آبیاری درختان مناسب است (WHO.,2006). پساب تصفیه‌خانه مذکور با توجه به نتایجی که بیان شد، مشکل آلودگی میکروبی ندارد اما بهتر است آبیاری سبزیجات و محصولاتی که به‌صورت خام مصرف می‌شوند، انجام نشود. آبیاری محصولات ریشه‌ای از قبیل سیب‌زمینی و چغندرقند نیز به دلیل تماس مستقیم با خاک پیشنهاد نمی‌شود. آبیاری باغ‌های میوه قابل توصیه می‌باشد؛ اما آبیاری میوه‌هایی که به‌صورت تازه مصرف می‌شوند، توصیه نمی‌شود. گندم، جو و حبوبات به دلیل اینکه به‌صورت مستقیم مورد مصرف قرار نمی‌گیرند، با پساب این تصفیه‌خانه قابل‌کشت می‌باشند. حائز اهمیت این است که در تمام موارد کاربرد، بایستی آبیاری با پساب را حداقل دو هفته قبل از برداشت محصول قطع نمود (WHO.,2006). آبیاری درختانی که محصول آن‌ها به‌صورت خشکبار مصرف می‌شود از قبیل گردو و بادام را می‌توان پیشنهاد کرد. درختان چوب‌ده از قبیل سرو، کاج، نارون و صنوبر را بدون محدودیت می‌توان با پساب آبیاری نمود. همچنین آبیاری محصولات صنعتی از قبیل پنبه محدودیتی ندارد.

فلزات سنگین برخلاف آلاینده‌های آلی در محیط تخریب نشده و به‌طور پایدار و دائمی در محیط حضور خواهند داشت و قادر به آلوده سازی آب‌های سطحی و زیرزمینی به‌طور گسترده‌ای هستند. استفاده مجدد از پساب مقدار بیشتری از فلزات سنگین را در خاک انباشته می‌کند. این فلزات می‌توانند از خاک به مواد غذایی وارد شوند و از طریق زنجیره غذایی آلودگی منتقل شود و ممکن است انواع مختلف بیماری‌های بالینی را در سیستم انسان و حیوان ایجاد کنند (Coumar MV et all.,2016a). شواهد رو به رشدی در این خصوص در کاشت سبزی در مناطق مجاور شهرهای بزرگ صنعتی که دارای مقدار بالاتری از فلزات سنگین نسبت به محدودیت‌های توصیه‌شده استاندارد هستند، وجود دارد (Coumar MV et all.,2016a). تجمع فلزات سنگین در بخش‌هایی از گیاه سمیت بالقوه دارد (Pipalde JS et all.,2018). فلزات انباشته‌شده عملکرد متابولیسم گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار داده و بر کمیت و کیفیت محصول اثرمی گذارد (ناصری و همکاران،۱۳۹۱). کادمیوم می‌تواند در فاضلاب شهری در سطوحی که برای گیاهان سمی نیست، ظاهر شود اما افزایش تدریجی آن درون گیاه می‌تواند برای انسان‌ها یا حیوانات مضر شود. برای مثال، فلزات سنگین تجمع یافته در علوفه، از طریق شیر حیوانات وارد بدن انسان شود. مس در غلظت ۰/۱ تا ۱ میلی‌گرم در لیتر در حلال‌های مغذی گیاهان، مسموم‌کننده است. سرب در غلظت‌های خیلی زیاد می‌تواند مانع از رشد معمولی گیاه شود.

البته توجه به این نکته مهم است که در یک دوره کوتاه‌مدت میزان غلظت فلزات سنگین در خاک افزایش معنی‌دار نشان نمی‌دهد؛ به دلیل اینکه غلظت این عناصر در پساب بسیار ناچیز است. تجمع فلزات سنگین در خاک طی آبیاری با پساب به عوامل مختلفی ازجمله غلظت این عناصر در پساب ، مدت آبیاری با پساب ، بافت خاک، اسیدیته و درصد مواد آلی خاک بستگی دارد (Pipalde JS et all.,2018). بر اساس گزارش چن و همکاران ۵۰ سال آبیاری با پساب باعث افزایش معنی‌دار غلظت کادمیوم، سرب، نیکل، روی و مس نسبت به خاک مرجع آبیاری شده با آب چاه می‌شود (Chen Z-F et all.,2005)، اما منیر و همکاران نیز گزارش کردند که آبیاری با پساب به مدت ۱۰ سال میزان کادمیوم خاک را کاهش داده است (Munir J et all.,2007). احتمال دارد تغییر غلظت فلز سنگین خاک تابعی از غلظت آن فلز در پساب، میزان کاربرد پساب، برداشت گیاهی و گاه آب شویی باشد. مطالعه توروبی و رومایانا نشان داد که خاک‌های حاوی مقدار رس بیشتر نسبت به خاک‌های با بافت سبک، توانایی بیشتری را در جذب فلزات سنگین دارند (Toribio et all.,2006). لذا می‌توان گفت غلظت کم این فلزات در لایه زیرین به جذب فلزات در لایه بالایی که دارای بافت سنگین است مربوط می‌باشد. از طرفی فاضلاب خانگی (خام و تحت درمان) شامل مقدار قابل‌توجهی از مواد مغذی است که برای افزایش رشد محصول و باروری خاک ضروری است (Kharche et all.,2011). نتایج نشان می‌دهد با توجه به اینکه فاضلاب صنعتی در فاضلاب تصفیه‌خانه تفرش تزریق نمی‌شود، مقدار کادمیوم، مس و سرب در پساب بسیار پایین‌تر از حد استاندارد بود. بنابراین ازنظر شیمیایی کاربرد پساب تصفیه‌خانه شهر تفرش در کشاورزی، محدودیت خاصی ندارد. آلاتون و همکاران به مطالعه امکان استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه‌شده شهری بر روی پساب چهار تصفیه‌خانه منتخب در ترکیه پرداختند و پساب تصفیه‌خانه‌های موردمطالعه را ازنظر پارامتر فلزات سنگین

www.SID.ir

Archive of SID

مناسب تشخیص دادند. لیکن پساب تصفیه‌خانه‌های منتخب ازنظر کیفیت باکتریولوژی به‌ویژه کلیفرم های مدفوعی رضایت‌بخش نبودند (Alaton IA et all.,2007).

pH یک پارامتر تأثیرگذار بر میزان حلالیت نسبی مواد مغذی و فلزات سنگین است که می‌تواند رشد گیاه و عملکرد آن را تحت تأثیر قرار دهد. تحقیقات زیادی نشان داده است که افزایش pH سبب افزایش جذب بیولوژیکی غیرفعال فلزات سنگین ازجمله کروم می‌گردد، با افزایش pH به بالای ۵/۵ رسوب به‌صورت هیدروکسید صورت می‌گیرد (Witek-Krowiak et all.,2011). در آب‌های قلیایی، غلظت‌های بالایی از بیکربنات و کربنات وجود دارد که سبب احیاء منیزیم و رسوب کلسیم موجود در خاک شده، درنتیجه محتوای کلسیم قابل تعویض خاک کاهش و سدیم نگه‌داشته شده در خاک افزایش می‌یابد. درنهایت کمبود کلسیم و منیزیم در رشد گیاه اثر منفی می‌گذارد (Mariolakos I.,2006). میزان تغییرات pH در این تصفیه‌خانه در طول دوره مطالعه اندک بود و از ۰/۳ تجاوز نکرد. بنابراین می‌توان نشان داد که pH پساب تصفیه‌خانه فاضلاب تفرش از ثبات مطلوبی برخوردار بوده است. بنابراین استفاده از پساب این تصفیه‌خانه در کشاورزی ازنقطه‌نظر pH تأثیر نامطلوبی بر خاک و محصولات آبیاری برجای نخواهد گذاشت.

درجه تصفیه فاضلاب به نحوه دفع یا استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه‌شده بستگی دارد. چنانچه از فاضلاب خانگی تصفیه‌شده برای آبیاری اراضی کشاورزی استفاده شود، زدایش نیتروژن و فسفر با توجه به اینکه این دو عنصر از عناصر اصلی موردنیاز گیاهان می‌باشند، لازم نیست. با توجه به استفاده از روش MLE که در این تصفیه‌خانه طراحی‌شده است مواد مغذی خصوصاً ازت حذف می‌شوند و راندمان حذف نیترات بالاست. لکن با توجه به‌قرار گرفتن رودخانه در پایین‌دست این تصفیه‌خانه، در مواقعی که آبیاری و کشاورزی با پساب صورت نمی‌گیرد و به رودخانه تخلیه می‌گردد، برای جلوگیری از بروز پدیده یوتریفیکاسیون لازم است عناصر اصلی موردنیاز جلبک‌ها از فاضلاب تصفیه‌شده حذف شود و هیچ‌گونه آلودگی برای محیط‌زیست نداشته باشد که با استفاده از روش MLE این هدف محقق شده است.

یکی از مسائل خطرزا که در تصفیه و استفاده از پساب‌ها وجود دارد عوامل بیماری‌زا و انتشار آن‌ها در بین کارگران، جوامع محلی و اجتماعات انسانی مجاور و هم‌چنین مصرف‌کنندگان محصولات تولیدی می‌باشد. بیشترین ریسک متوجه مصرف‌کننده، کارگران مزرعه و کارگران مسئول جابه‌جایی و نگهداری محصولات است. راه‌های پیش‌گیری شامل ضدعفونی تا حد رسیدن به کیفیت استاندارد به‌ویژه استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO.,2006)، عدم استفاده غیراصولی از فاضلاب‌ها، استفاده از وسایل حفاظتی و رعایت بهداشت فردی است. ترکیبات شیمیایی موجود در پساب‌ها با دارا بودن خواص شیمیایی و سمی، در طولانی‌مدت نیز دارای خطراتی است. این گروه شامل فلزات سنگین، عناصر کمیاب، مواد آلی سرطان‌زا، ترکیبات شیمیایی و دارویی می‌باشد که از فاکتورهای کیفی مهم پساب‌های صنعتی به‌ویژه صنایع شیمیایی و فلزی بوده و از ماندگاری و اثرات مخرب بالایی برخوردار می‌باشند. از طریق فرآیندهای تصفیه می‌توان مواد آلاینده موجود در فاضلاب را به حدی کاهش داد که پساب حاصل از آن ازنظر بهداشتی و مخاطرات زیست‌محیطی برای آبیاری زمین‌های کشاورزی قابل‌استفاده باشد. همچنین لجن تولیدی در حین مراحل تصفیه فاضلاب را می‌توان پس از طی مراحل تغلیظ، تثبیت و آبگیری و خشک نمودن به‌عنوان کود در کشاورزی استفاده کرد. پساب تصفیه‌خانه فاضلاب تفرش ازنظر این مخاطرات در بخش فیزیکوشیمیایی و میکروبی مشکلی نداشت، لکن توصیه می‌شود در بخش بهداشتی کارگران مزارع رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و استفاده از وسایل حفاظت فردی را مدنظر قرار دهند.

نتیجه‌گیری

قرار گرفتن ایران در ناحیه خشک و نیمه‌خشک و معضل کم‌آبی، باعث شده استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه‌شده به‌طورجدی مطرح شود. شهر تفرش در چند سال اخیر با کاهش بارش‌ها به افت آب‌های سطحی و زیرزمینی مواجه شده است. بنابراین محدودیت منابع آب در کشاورزی و نیاز روزافزون به آب لزوم تصفیه فاضلاب و مدیریت کارآمد در این شهر در جهت توسعه پایدار، به‌طورجدی مطرح است. لذا این تحقیق در قالب طرح پژوهشی با حمایت مالی دانشگاه تفرش و مشارکت شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی، مدیریت کنترل کیفیت و بهداشت و آزمایشگاه مرکزی آب و فاضلاب استان مرکزی و امور آب و فاضلاب شهرستان تفرش انجام شد.

در حال حاضر پساب تصفیه‌خانه فاضلاب تفرش ازنظر استاندارد در شرایط مطلوب و قابل‌استفاده در کشاورزی است. پیشنهاد می‌گردد با توجه به قرارگیری روستای کبوران و رودخانه که در پایین‌دست تصفیه‌خانه قرار دارد برای حفظ سلامتی روستاییان و کشاورزان به‌منظور جلوگیری از تهدید بهداشت عمومی و صدمه به محیط‌زیست از قبیل آلوده شدن خاک، ورود آلاینده‌ها به منابع آب و آلودگی محصولات کشاورزی لازم است پایش مستمر صورت گیرد.

منابع

OECD. The OECD Environmental Outlook to 2050 - the Consequences of Inaction.OECD Publishing, Paris, France. 2012.

Zhang, Y., Shen, Y. Wastewater irrigation: past, present, and future. Wiley Interdiscip.Rev.Water, p.

www.SID.ir

Archive of SID

Trojanowicz K, Styka W, Baczynski T. Experimental determination of kinetic parameters for heterotrophic microorganisms in biofilm under petrochemical wastewater conditions. Pol J Environ Stud. 2009;2(2):913-21.

Salgot M., Vergés C. and Angelakis A.N. Risk assessment in wastewater recycling and reuse. Water Science and Technology: Water Supply. 2003; 3(4): 301-309.

Moghadam FM, Mahdavi M, Ebrahimi A, TashauoeiHR,Mahvi AH. Feasibility study of wastewater reuse for irrigation in Isfahan, Iran. Middle East J Sci Res. 2015;23:2366-73.

Tchobanglous G. and Burton F. L.Waste water engineering.Management. 1991; 7: 1-4.

AhmadiZadeh, Azam; Safar Maroufi&SabziParvar. Kermanshah Wastewater Treatment Plant Wastewater Recovery and Reuse for Agricultural Purposes; Third Conference on Water Resources Management, Tabriz, Iran Water Resources Science and Engineering Society, Tabriz University. 2008; https: //www.civilica.com/Paper-WRM03-WRM03_467.html. [Persian]

Najafi, P. Investigation of microbial contamination caused by irrigated grass with urban refined wastewater. Journal of Ecology.2005;86: 27-32. [Persian]

WHO. Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Grey water Wastewater use in Agriculture. 2006.

Coumar MV, Parihar RS, Dwivedi AK, Saha JK, RajendiranS,Dotaniya ML, Kundu S. Impact of pigeon pea biochar on cadmium mobility in soil and transfer rate to leafy vegetable spinach. Environ Monit Assess. 2016a; 188(31):4–10.

Chen Z-F., Zhao Y., Zhu Y., Yang X., Qiao J., Tianc Q., and Zhang Q. Health risks of heavy metals in sewage-irrigated soils and edible seeds in Langfang of Hebei province, China. Journal of Science Food Agriculture.2005; 90:314-320.

Munir J., Rusan M., Hinnawi S., and Rousan L. Long-term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters. Soil Science Society of American Journal. 2007;215:143-152.

Toribio, M. and J. Romanya. Leaching of heavy (Cu, Ni and Zn) and organic matter after sewage sludge application to Mediterranean forest soils. Science Total Environmental.2006; 363: 11-21.

Alaton IA, Tanik A, Ovez S, Iskender G, Gure M, Orhon D. Reuse potential of urban wastewater treatment plant effluents in Turkey: a case study on e1234.2017.

Lahnsteiner, J., van Rensburg, P., Esterhuizen, J. Direct potable reuse e afeasible water management option. J. Water Reuse Desalin.2018; 8 (1), 14-28.

Al-Lahham, O., El Assi, N.M., Fayyad, M. Impact of treated wastewater irrigation on quality attributes and contamination of tomato fruit. J. Agric. Water Manage. 2003; 61: 51–62.

Pereira, B.F.F., He, Z.L., Silva, M.S., Herpin, U., Nogueira, S.F., Montes, C.R., Melfi, A.J. Reclaimed wastewater: impact on soil–plant system under tropical conditions. J. Hazard. Mater.2011; 192: 54–61.

Kouraa, A., Fethi, F., Fahde, A., Lahlou, A., Ouazzani, N. Reuse of urban wastewater treated by a combined stabilization pond system in Benslimane (Morocco). J. Urban Water. 2011; 4: 373–378.

Kharche VK, Desai VN, Pharande AL. Effect of sewage irrigation on soil properties, essential nutrient and pollutant element status of soils and plants in a vegetable growing area around Ahmednagar city in Maharashtra. J Indian Soc Soil Sci. 2011; 59(2):177–184.

Saha JK, Rajendiran S, Coumar MV, Dotaniya ML, Kundu S, Patra AK. Soil pollution-an emerging threat to agriculture.Springer, Singapore.2017.

Dotaniya ML, Pipalde JS. Soil enzymatic activities as influencedby lead and nickel concentrations in a vertisol of Central India.Bull Environ Contam Toxic. 2018; 101(3):380–385.

Pipalde JS, Dotaniya ML. Interactive effects of lead and nickel contamination on nickel mobility dynamics in spinach. Int J Environ Res. 2018; 12(5):553–560.

Nasseri S, Sadeghi T, Vaezi F, Naddafi K. Quality of Ardabil wastewater treatment plant effluent for reuse in agriculture. 2012. [Persian]

APHA,AWWA,WEF.***Standard*** Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21sted. Washington DC:American Public Health Association (APHA). 2005.

EPA, Process design manual for land treatment of municipal wastewater. Report 625/1-77-008.Us Environment Protection Agency, Circinnatei, Ohio. 1977.

FAO, Wastewater quality guidelines for agricultural use. Irrigation and Drainage paper.1989.

WHO, Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture. WHO Technical Report Series, no. 778. Report of a Scientific Group, Geneva: World Health Organization.1989.

www.SID.ir

Archive of SID

selected plants. Desalination. 2007; 215(1):159-165.

Witek-Krowiak A, SzafranRG,ModelskiS.Biosorption on to peanut shell as a low-cost biosorbent. Desalination. 2011; 256(1-3):126-134.

Mariolakos I. Water resources management in the framework of sustainable development. Desalination.2007;213(1-3):147-51. doi: 10.1016/j.desal 2006;5:62.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 6, Vol. 13, Feb.-Mar. 2020,1774-1782p.

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۶، جلد ۱۳، بهمن - اسفند ۱۳۹۸، ص. ۱۷۸۲-۱۷۷۴

Feasibility of Reuse of Wastewater Tafresh's Municipal Sewage Treatment Plant in Agriculture

N. Aghababaei[1]

Recived: Apr.26, 2019 Accepted: Jul.01, 2019

Abstract

Approximately, seventy percent of the water used in the world, including all the water diverted from rivers and pumped from underground is used for agricultural irrigation. Use of treated wastewater for irrigation is considered as an important alternative water source in the new water management strategy of the countries facing severe deficiency of water resources. The aim of this study is to examine the possibility of using the wastewater of Tafresh's municipal sewage treatment plant for agriculture irrigation. This research is a descriptive-cross sectional study. For this purpose, some of the physical, chemical, and microbial parameters regarding the wastewater quality of Tafresh's municipal sewage treatment plant between April and September 2017 were measured on a monthly basis, then compared with the standards of Iranian Environmental Protection Organization, Environmental Protection Agency (EPA), World Health Organization (WHO) and World Food and Agricultural Organization (FAO), and analyzed by Excel software. Results showed that the average residual concentration in wastewater effluent for COD, BOD, DO, TSS, lead, copper, cadmium in mg/L and pH were 35.08, 17.56, 0.92, 25.40, 0.038, 0.017, 0.003 and 7.60, respectively. The total average of removal efficiency for COD, BOD_5 and TSS were calculated as 90.13, 92.28 and 89.49%, respectively. Values of microbial parameters were total coliform 194.16, fecal coliform 897.50, manufacturer part number (MPN)/100 ml. The results showed that the mean values of the quality parameters of the studied output wastewater of municipal sewage treatment plant in the city of Tafresh were in the standard range for the uses of agriculture and irrigation.

Keywords: Wastewater Reuse, Sewage treatment plant, Tafresh , Agriculture use

1- Lecture, Department of Chemical Engineering, Tafresh University, Tafresh, Iran
aghababaei@tafreshu.ac.ir

www.SID.ir