Archive of SID

مجله مهندسی بهداشت محیط، پاییز ۱۳۹۸، سال ۷، شماره ۱: ۴۲-۵۲

تاثیر استفاده از پساب فاضلاب بر آلودگی میکروبی خاک‌های فضای سبز شهری

افسانه خمیس آبادی[۱]، کامران پروانک[۲*]، مهناز نصرآبادی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران
[۲] گروه کشاورزی، واحد یادگار امام خمینی(ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۳] گروه محیط زیست، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۲/۱۴

Downloaded from jehe.abzums.ac.ir at 11:56 +0330 on Monday January 27th 2020

چکیده

سابقه و هدف: آلودگی میکروبی یکی از مهمترین نگرانی‌های کاربرد پساب فاضلاب در آبیاری است. به همین دلیل تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیراستفاده از پساب بر آلودگی میکروبی خاک‌های فضای سبز شهری شهر زاهدان انجام گردید.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، ابتدا یک قطعه ۱۶۰۰ مترمربعی از درختان نخل فضای سبز شهر زاهدان آبیاری شده با پساب و یک قطعه آبیاری شده با آب چاه (قطعه شاهد) انتخاب گردید. از خاک دو قطعه به روش تصادفی تعداد ۱۶ نمونه مرکب از عمق صفر تا ۵۰ سانتی‌متری در سال ۱۳۹۷ نمونه‌برداری گردید. از پساب خروجی تصفیه‌خانه و آب چاه نیز نمونه‌برداری انجام شد. ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی و میکروبی پساب و آب چاه و پارامترهای میکروبی نمونه خاک‌ها مطابق روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب طرح آماری بلوک کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام گردید.

یافته‌ها: بر اساس نتایج آنالیز واریانس، کاربرد پساب فاضلاب بر پارامترهای میکروبی خاک‌های آبیاری شده با پساب در سطح آماری ۱ درصد اثر معنی‌دار دارد. نتایج مقایسه میانگین‌ها به روش LSD نشان داد، استفاده از پساب فاضلاب در مقایسه با آب چاه باعث افزایش معنی‌دار ($p<0.05$) کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و تخم انگل خاک به ترتیب به میزان ۹۳/۳، ۸۶/۸ و ۸۰ درصد گردید. همچنین پارامترهای میکروبی خاک درختان نخل نسبت به قطعه شاهد و نیز حد استاندارد برای اراضی کشاورزی بالاتر بود.

نتیجه گیری: کیفیت شیمیایی پساب خروجی تصفیه‌خانه زاهدان با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران از جنبه کاربرد آن در کشاورزی همخوانی داشت لیکن تعداد کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و تخم انگل پساب فاضلاب و نیز در خاک سطحی درختان نخل آبیاری شده با این پساب نسبتاً بالا بود که با توجه به دستورالعمل بهداشت جهانی، برای آبیاری محدود قابل پذیرش است.

کلمات کلیدی: کل کلیفرم‌ها، کلیفرم مدفوعی، درختان نخل، آلودگی خاک

* **نویسنده مسئول:** استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یادگار امام خمینی(ره) شهرری، تهران، ایران
ایمیل: ka.parvanak@gmail.com - تلفن تماس: ۰۹۱۳۳۸۲۶۸۰۷

www.SID.ir

Archive of SID

مجله مهندسی بهداشت محیط، پاییز ۱۳۹۸، سال ۷، شماره ۱: ۴۲-۵۲

Downloaded from jehe.abzums.ac.ir at 11:56 +0330 on Monday January 27th 2020

مقدمه

به دلیل رشد بی‌رویه جمعیت و کاهش منابع آب، بازیابی و استفاده از فاضلاب شهری در سال‌های اخیر به خصوص در کشورهای خشک و نیمه خشک برای مصارف کشاورزی و فضای سبز در حال افزایش است[۱]. شهرستان زاهدان به دلیل بحران آب با کمبود شدید منابع آبی مواجه است. لذا استفاده مجدد از پساب جهت جبران کمبود آب یک ضرورت اجتناب ناپذیر می‌باشد. در حال حاضر از پساب فاضلاب تصفیه شده شهری زاهدان جهت آبیاری بخش‌هایی از فضای سبز شهری استفاده می‌شود. لیکن آلودگی میکروبی یکی از مهمترین نگرانی‌های کاربرد پساب فاضلاب در آبیاری است که ممکن است برخی مخاطرات بهداشتی را از نظر گسترش عوامل بیماری‌زای باکتریایی، ویروسی و انگلی به همراه داشته باشد. به طوری که عدم توجه به مقدار تجمع آنها در خاک منجر به آلودگی خاک و انتقال این آلودگی به زنجیره غذایی شده و سلامتی انسان و حیوانات را با خطر مواجه می‌کند[۲]. بنابراین، از آنجایی که پساب فاضلاب جزو منابع غیر متعارف آب محسوب می‌شود کاربرد آن در فضای سبز نیازمند مدیریتی خاص است که ضمن بهره‌گیری مطلوب از آن، مخاطرات زیست محیطی و بهداشتی را برای محیط زیست به همراه نداشته باشد[۳]. در تعیین کیفیت میکروبیولوژیکی فاضلاب تصفیه شده، معمولاً شاخص‌های آلودگی مدفوعی از قبیل کلیفرم‌ها و انتروکوکوس‌ها به دلیل سرعت و سهولت جداسازی و شناسایی آنها مورد بررسی قرار می‌گیرند. شناسایی این میکروارگانیسم‌ها اطلاعاتی را راجع به وجود و رفتار عوامل بیماری‌زای اصلی در فاضلاب فراهم می‌کند[۴]. عرفانی و همکاران (۲۰۰۳) تأثیر آبیاری با پساب فاضلاب را بر برخی از ویژگی‌های خاک بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد، در تیمارهایی که با پساب فاضلاب و به طور متناوب با پساب و آب معمولی آبیاری شده بودند، شمار کلی ریز جانداران و باکتری‌های نوع کلیفرم در عمق صفر تا ۵ سانتی‌متری خاک به طور معنی‌داری افزایش یافته بود[۵]. نجفی و همکاران (۲۰۰۴) در ارزیابی استفاده از پساب فاضلاب در دو سیستم آبیاری بر آلودگی میکروبی خاک دریافتند، کاربرد فیلتراسیون آبیاری قطره‌ای باعث حذف ۵۴٪BOD5، ۹۸/۹٪ تعداد کل باکتری‌ها، ۹۹٪ تعداد کل کلیفرم، ۹۹٪ کلیفرم مدفوعی و ۵۷٪ از نماتدها شده است. همچنین نشان داده شده که با وجود آنکه مقدار کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی پساب بالاتر از حد آستانه مجاز است، کاربرد سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی باعث شده است مقادیر این دو پارامتر در خاک سطحی به شدت کاهش یابد. در مقابل در سیستم آبیاری جوی و پشته و سیستم قطره‌ای سطحی مقادیر این دو پارامتر به صورت معنی‌داری در خاک افزایش یافته است[۶]. نتایج تحقیق حسن اقلی و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی تأثیر پساب تصفیه‌خانه شهر اکباتان برآلودگی بیولوژیکی خاک نشان داد، عملکرد ستون خاک در حذف آلاینده‌های مهمی هم‌چون BOD و COD به ترتیب ۹۳/۵ و ۷۹/۵ درصد بود اما مقدار حذف کلیفرم و کلیفرم مدفوعی به طور متوسط ۹۸ درصد گزارش گردید[۷]. به طور مشابه سینگ و اگرول (۲۰۱۴) گزارش نمودند که ستونی از یک خاک لومی می‌تواند ۹۴درصد کلیفرم و ۹۱ درصد کلیفرم مدفوعی موجود در فاضلاب وروردی را حذف نماید[۸].

عالی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی کیفیت باکتریایی خاک‌های آبیاری شده با پساب گزارش نمودند، تعداد باکتری‌های لاکتوز مثبت کلیفرم‌های خاک تحت تیمار فاضلاب افزایش یافته بود ولی **بقا** و تعداد آنها با گذشت زمان از انجام آبیاری کاهش یافت[۴]. کارنجا و همکاران (۲۰۱۰) آلودگی میکربی در پساب شهری، خاک آبیاری شده با پساب و محصولات کشاورزی را در دو منطقه کیبرا و میلی‌سابا واقع در نایروبی بررسی نمودند. نتایج مطالعات آنها نشان داد، تعداد کلیفرم در پساب MPN/100mL $۱۰^{۱۱}$×۲/۲±۱۰۴×۴/۸ بود. در هر کیلوگرم خاک‌های آبیاری شده با این پساب تعداد تخم

*نویسنده مسئول: استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یادگار امام خمینی(ره) شهرری، تهران، ایران
ایمیل: ka.parvanak@gmail.com - تلفن تماس: ۰۹۱۳۳۸۲۶۸۰۷

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jehe.abzums.ac.ir at 11:56 +0330 on Monday January 27th 2020

انگل و لارو غیر انگل به ترتیب ٥٤/٦ و ٢٧/٥ شمارش شده بود. در صورتی که در سبزی‌ها مورد بررسی هیچ گونه تخم انگلی مشاهده نشد[9].

در رابطه با کاربرد پساب فاضلاب در آبیاری نیز مطالعات فراوانی صورت گرفته است. انصاری و همکاران[10] (۲۰۱۷) در بررسی امکان سنجی استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهرکرد برای آبیاری کشاورزی و شهیدی و دولت آبادی[11] (۲۰۱۷) در ارزیابی استفاده از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب دانشگاه بیرجند در راستای تحقق اهداف دانشگاه سبز چنین نتیجه گرفتند که پساب خروجی این تصفیه‌خانه‌ها با استانداردها مطابقت دارد. آنها پیشنهاد دادند علاوه بر استفاده از پساب در بخش کشاورزی در جهت نزدیک شدن هر چه بیشتر به اهداف دانشگاه سبز، در آبیاری فضای سبز دانشگاه نیز مورد استفاده قرار گیرد. بلوم و همکاران[12] (۲۰۱۲) تغییرات خصوصیات خاک مزرعه نیشکر پس از آبیاری با فاضلاب تصفیه شده در یک دوره دو ساله، سوداکوره و همکاران[13] (۲۰۱۳) اثرات آبیاری با پساب بر روی خصوصیات خاک و لیو و چن[14] (۲۰۱٦) اثرات طولانی مدت آبیاری با پساب بر کیفیت خاک در فضاهای سبز شهری را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دهنده تغییرات شدید خصوصیات بیولوژیکی و شیمیایی خاک و بهبود کیفیت خاک طی آبیاری طولانی مدت با پساب می‌باشد. اما همزمان با مطالعات فوق‌الذکر، مطالعات کمی از آلودگی بوجود آمده توسط میکروارگانیسم‌ها روی خاک‌های در معرض استفاده از پساب فاضلاب برای آبیاری صورت گرفته است و علاوه بر این اطلاعات اندکی از تجمع میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا در خاک بعد از آبیاری با پساب موجود است[15] . لذا این پژوهش با هدف تعیین اثرات فاضلاب تصفیه شده در مقایسه با آب معمولی کشاورزی در آبیاری درختان نخل فضای سبز شهر زاهدان بر ارزیابی باکتریایی خاک، بقا و تجمع باکتری‌ها با منشأ مدفوعی اجرا گردید.

مواد وروش‌ها

موقعیت جغرافیایی تصفیه‌خانه فاضلاب شهر زاهدان

تصفیه‌خانه فاضلاب شهر زاهدان با هدف تصفیه فاضلاب شهری در جهت پیشگیری از آلودگی آب¬های زیرزمینی و همچنین بهبود فضای سبز به علت کم آبی در زمینی به مساحت ٢٤ هکتار واقع شده است. حدود ٤ هکتار از این تصفیه‌خانه به فضای سبز اختصاص یافته است که بوسیله فاضلاب تصفیه شده آبیاری می‌شود. گونه غالب در فضای سبز شهر زاهدان درخت نخل می‌باشد که بخش قابل ملاحظه‌ای از فضای سبز تصفیه‌خانه را نیز در بر دارد. به همین دلیل قطعات نخل این تصفیه‌خانه به عنوان نماینده فضای سبز زاهدان جهت بررسی اهداف تحقیق حاضر انتخاب گردید. این تصفیه خانه در جنوب شرقی ایران، شرق شهرستان زاهدان و در عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۷۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٦٠ درجه و ٥٤ دقیقه شرقی قرار دارد.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع مطالعات میدانی- آزمایشگاهی است که بصورت مقطعی انجام گرفت. جامعه آماری در مطالعه حاضر، قطعاتی از درختان نخل آبیاری شده با پساب تصفیه-خانه شهر زاهدان و قطعات نخل آبیاری شده با آب چاه (نمونه شاهد) می‌باشد. روش نمونه‌برداری جهت تعیین پارامترهای میکروبی خاک قطعات مورد مطالعه، برگرفته از روش[16] ASTM D5231 می‌باشد. برای این منظور، ابتدا از قطعات فضاهای سبز اطراف تصفیه‌خانه زاهدان یک قطعه از درختان نخل آبیاری شده با پساب و یک قطعه آبیاری شده با آب چاه (نمونه شاهد) هرکدام به مساحت ١٦٠٠ مترمربع انتخاب گردید. سپس هر قطعه به صورت شبکه‌های منظم (١٠×١٠ متری) شبکه‌بندی شد. از مرکز شبکه تعداد ١٦

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jehe.abzums.ac.ir at 11:56 +0330 on Monday January 27th 2020

نمونه خاک سطحی به روش تصادفی از عمق صفر تا ۵۰ سانتی‌متری با استفاده از قاشقک فلزی استریل در سال ۱۳۹۷ نمونه‌برداری گردید. نمونه¬های برداشت شده برای هر قطعه کاملاً با هم مخلوط و ۸ نمونه مرکب برای هر قطعه استخراج گردید و در بطری‌های شیشه‌ای استریل جمع‌آوری شد. سپس در ظروف حاوی یخ در دمای حدود ٤ ^{o}C نگهداری و به آزمایشگاه انتقال داده شد. پارامترهای میکروبی نمونه خاک‌ها شامل نعداد کل کلیفرم‌ها، کلیفرم مدفوعی و تعداد تخم انگل مطابق "روش استاندارد متد[۱۷]" ذکر شده در جدول (۱) در سه تکرار اندازه‌گیری گردید. از پساب خروجی تصفیه‌خانه (بعد از حوضچه ثانویه) و آب چاه در اواخر فصل تابستان با بطری‌های شیشه‌ای استریل ۱۰۰ میلی‌لیتری نیز نمونه‌برداری انجام گردید[۱۸]. نمونه¬ها تحت شرایط کنترل دمایی (دمای حدود ٤ درجه سانتی‌گراد) نگهداری و به آزمایشگاه انتقال داده شد. ویژگی‌های میکروبی و فیزیکو شیمیایی نمونه پساب وآب چاه مطابق روش‌های ذکر شده در جدول (۱) اندازه گیری شد[۱۹ و ۲۰].

اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم افزار MSTAT-C در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی آنالیز و رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از جدول تجزیه واریانس (ANOVA) و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح اطمینان ۵ درصد خطا انجام گردید.

یافته‌ها

ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی و میکروبی پساب و آب چاه

در جدول (۱) کیفیت فیزیکو شیمیایی و میکروبی پساب تصفیه‌خانه زاهدان ارائه شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود، میانگین BOD_5، COD، pH، EC، نیترات، نیتریت و سولفات پساب از حد استاندارد سازمان محیط زیست پائین‌تر و مقدار فسفات، کلیفرم کل و مدفوعی و نیز تخم انگل بالاتر از حد استاندارد می‌باشد. بر اساس نتایج آنالیزآب چاه مورد استفاده در آبیاری فضای سبز منطقه از نظر میزان شوری با $EC=0.812\ dS.m^{-1}$ و میزان قلیائیت با SAR=9.9 دارای محدودیت کم، از نظر اسیدیته با pH=7.2 در حد معمول بود.

آنالیز واریانس پارامترهای میکروبی نمونه خاک‌های مورد مطالعه

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که اثر آبیاری با پساب در مقایسه با آب چاه بر پارامترهای میکروبی خاک سطحی درختان نخل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۲).

بررسی پارامترهای میکربی در خاک سطحی قطعات آبیاری شده با آب چاه (شاهد)

در جدول (۳) میانگین پارامترهای میکروبی در خاک سطحی قطعات آبیاری شده با آب چاه آورده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود تعداد کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی و نیز تخم انگل به ترتیب ۸۸۰ و ۱۸۰ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر و صفر عدد در لیتر برای خاک سطحی قطعات آبیاری شده با آب چاه (تیمار شاهد) به دست آمد. میانگین میزان کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و تخم انگل در خاک سطحی قطعات آبیاری شده با آب چاه پایین‌تر از حد مطلوب در اراضی کشاورزی بود (جدول ۳).

بررسی پارامترهای میکروبی در خاک سطحی درختان نخل آبیاری شده با پساب

در جدول (٤) میانگین پارامترهای میکروبی در خاک سطحی درختان نخل آبیاری شده با پساب آورده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jehe.abzums.ac.ir at 11:56 +0330 on Monday January 27th 2020

جدول ۱: کیفیت فیزیکو شیمیایی و میکروبی آب چاه وپساب شهری تصفیه‌خانه زاهدان و مقایسه آنها با استانداردهای توصیه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست

پارامتر	روش سنجش	آب چاه	پساب	استاندارد خروجی فاضلاب جهت مصارف آبیاری و کشاورزی
کدورت(NTU)	کدورت‌سنج[19] (Model 2100 Q)	۰/۷۹	۱۶۸/۱۴	۵۰
pH	با دستگاه pH متر[19] (Meterohm model 620)	۷/۱	۷/٤	٦–۸/۵
EC (dS/m)	با دستگاه EC متر[19] (Meterohm model 620)	۰/۸۱۲	۰/۲۷	۳
BOD_5(mg/L)	انکوباتور[17]	–	۱۱/۸۲	۱۰۰
COD(mg/L)	رفلکس[17]	–	۲۹/۱۹	۲۰۰
فسفر- فسفاتی(mg/L)	با دستگاه اسپکتروفوتومتر[20] (Model cintra5)	–	۲/۲۸	٦
نیتروژن- نیتراتی (mg/L)	با دستگاه اسپکتروفوتومتر[19] (Model cintra5)	۳۱/۵	۳/۱٦	۵۰
نیتروژن- نیتریتی (mg/L)	با دستگاه اسپکتروفوتومتر[19] (model Cintra5)	۰	۱/۳۳	۳
سولفات(mg/L)	با دستگاه اسپکتروفوتومتر[19] (Model cintra5)	۲۵۰	۰/۰۱	۵۰۰
آهن(mg/L)	با دستگاه جذب اتمی۱۹ (Perkin model ElmerAA770)	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۸	۱
منگنز(mg/L)	با دستگاه جذب اتمی۱۹ (Perkin model ElmerAA770)	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۳
کلیفرم کل (MPN/100mL)	روش[17] MPN	–	٦۰۰۰	۱۰۰۰
کلیفرم مدفوعی (MPN/100mL)	روش[17] MPN	–	۲۵۰۰	٤۰۰
تعداد تخم انگل (N/L)	روش[17] MPN	۰	۵	۱

جدول ۲: تجزیه واریانس پارامترهای میکروبی خاک سطحی درختان نخل آبیاری شده با پساب در مقایسه با قطعات آبیاری شده با آب چاه

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلیفرم کل	کلیفرم مدفوعی	تعداد تخم انگل
بلوک	۲	۳۰۲۰۰۷۳٤٦/۷۲ **	۵۳٤٦٦۸۷**	۰/٦۳۰**
تیمار	۱	۵۰۹۰٦٤۳۱۵۸۰۹**	۸۸۹٦۷۰۹۵۵۳**	۷/۷۰٤**
خطا	۲	۲۹۹۰۰۱۳۲٦/۷۲	۵۳۲٦۷۰۷	۲/۲۷۳
ضریب تغییرات (٪)	-	۷/۰۷	۷/۱۸	۲/۸۷

**: معنی دار در سطوح احتمال یک درصد

جدول ۳: تغییرات پارامترهای میکروبی خاک سطحی قطعات آبیاری شده با آب چاه (شاهد)

تیمارهای آزمایش	کلیفرم کل (MPN/100mL)	کلیفرم مدفوعی (MPN/100mL)	تخم انگل (N/L)
خاک سطحی قطعات آبیاری شده با آب چاه (شاهد)	۸۸۰	۱۸۰	۱
حد مطلوب در اراضی کشاورزی (سازمان محیط زیست ایران)	۱۰۰۰	٤۰۰	۱

www.SID.ir

Archive of SID

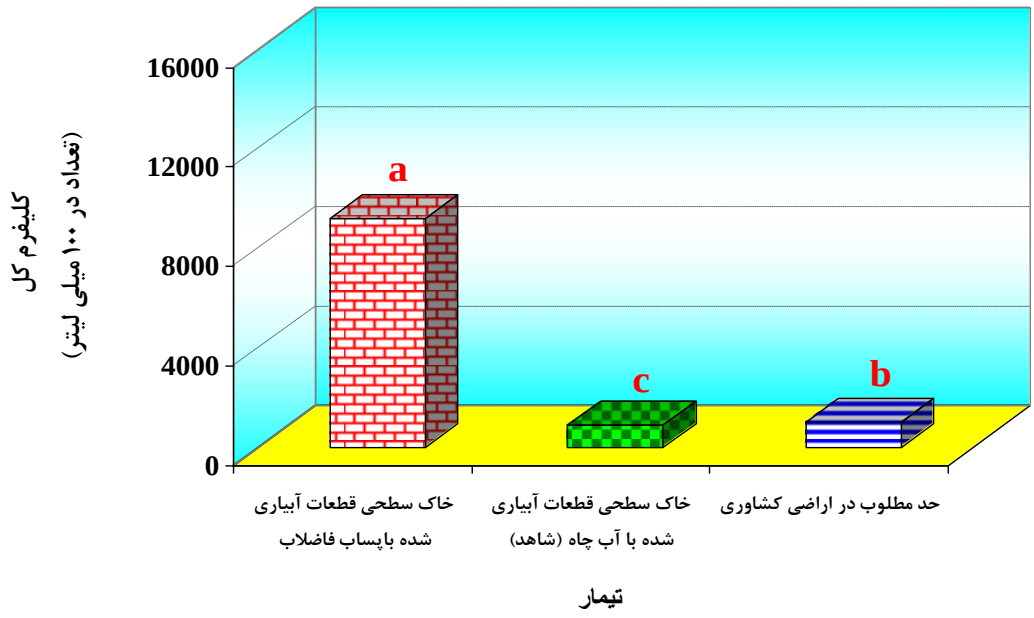
Downloaded from jehe.abzums.ac.ir at 11:56 +0330 on Monday January 27th 2020

جدول ٤: تغییرات پارامترهای بیولوژیکی خاک سطحی درختان نخل آبیاری شده با پساب

تیمارهای آزمایش	کلیفرم کل (MPN/100mL)	کلیفرم مدفوعی (MPN/100mL)	تخم انگل (N/L)
خاک سطحی درختان نخل آبیاری شده با پساب فاضلاب	۹۲۰۰	۱۳۷۰	۵
حد مطلوب در اراضی کشاورزی (سازمان محیط زیست ایران)	۱۰۰۰	٤۰۰	۱

میزان کلیفرم کل برابر ۱۳۲۰۰ در ۱۰۰ میلی‌لیتر، کلیفرم مدفوعی برابر ۱۳۷۰ در ۱۰۰ میلی‌لیتر و تعداد تخم انگل ۵ عدد در لیتر برای خاک سطحی درختان نخل آبیاری شده با پساب به دست آمد. همچنین میانگین میزان کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و تعداد تخم انگل در خاک سطحی درختان نخل آبیاری شده با پساب بالاتر از حد مطلوب در اراضی کشاورزی بود (جدول ٤).

در نمودار (۱)، (۲) و (۳) به ترتیب مقایسه میانگین غلظت کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و تعداد تخم انگل به روش LSD در خاک سطحی درختان نخل آبیاری شده با پساب در مقایسه با قطعات آبیاری شده با آب چاه و نیز حد استاندارد در زمین‌های کشاورزی آورده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، بین میانگین غلظت کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و تعداد تخم انگل در خاک سطحی درختان نخل آبیاری شده با پساب و خاک سطحی قطعات آبیاری شده با آب چاه (شاهد) ونیز با حد استاندارد در سطح آماری ۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p<0.05$). میانگین میزان کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و تخم انگل در خاک سطحی درختان نخل آبیاری شده با پساب بالاتر از حد استاندارد در اراضی کشاورزی است، بنابراین میزان کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و تخم انگل به دلیل قرار گرفتن در بازه خارج از حد استاندارد در محیط زیست در وضعیت آلوده قرار دارند.

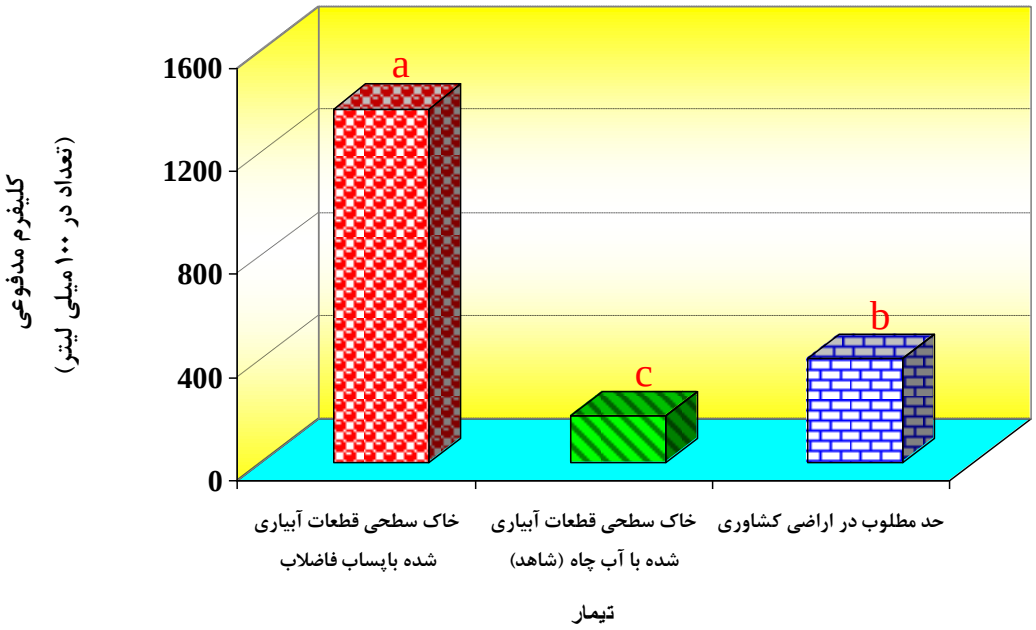


نمودار۱: مقایسه میانگین غلظت کل کلیفرم خاک سطحی درختان نخل و قطعات شاهد همراه با حد مطلوب در زمین‌های کشاورزی (* میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک داری تفاوت معنی‌داردر سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند).

www.SID.ir

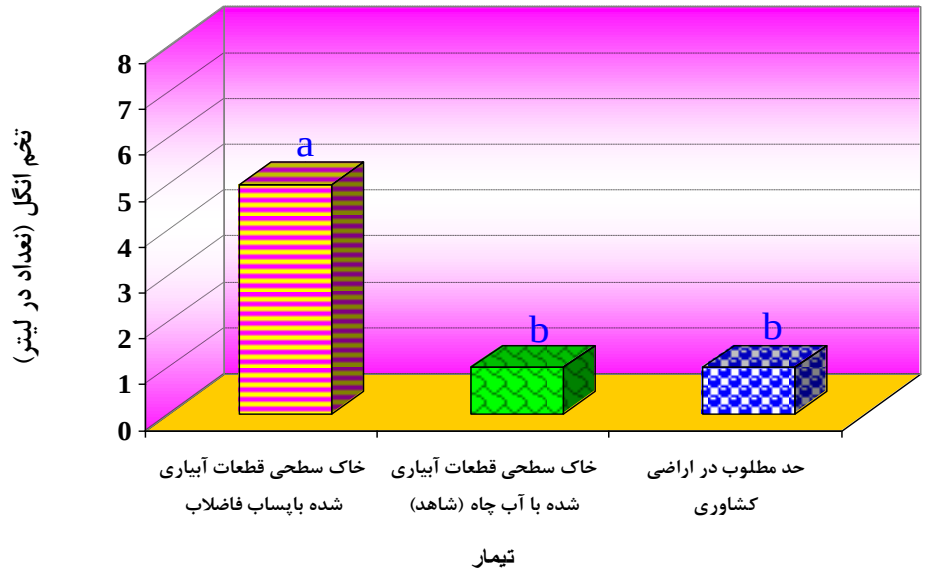
Archive of SID

Downloaded from jehe.abzums.ac.ir at 11:56 +0330 on Monday January 27th 2020



نمودار۲: مقایسه میانگین کلیفرم مدفوعی خاک سطحی درختان نخل و قطعات شاهد همراه با حد مطلوب در زمین‌های کشاورزی
(* میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک داری تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند).

کلیفرم‌های مدفوعی باکتری‌های موجود در محیط فاضلاب هستند که مدت زمان ادامه حیات آنها کمتر از ویروس‌ها است. از آن جایی که خاک سطحی درختان نخل با پساب فاضلاب آبیاری شده است، مقدار کلیفرم‌ها در این خاک‌ها از خاک سطحی قطعات آبیاری شده با آب چاه بیشتر است.



نمودار۳: مقایسه میانگین تعداد تخم انگل خاک سطحی درختان نخل و قطعات شاهد همراه با حد مطلوب در زمین‌های کشاورزی
(* میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک داری تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند).

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jehe.abzums.ac.ir at 11:56 +0330 on Monday January 27th 2020

بحث

با توجه به نتایج آنالیز پساب (جدول ۲) ملاحظه گردید، میزان BOD_5 و COD در فاضلاب تصفیه شده پائین بود که نشان می‌دهد فرآیند اکسیداسیون پساب کامل انجام شده و عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهری زاهدان در تصفیه فاضلاب بالا است. وجود نیتروژن به فرم نیتراتی و نیتریتی در پساب بیانگر انجام کامل فرآیند اکسیداسیون و نیتریفیکاسیون در طول تصفیه فاضلاب است. غلظت فسفر، کلیفرم کل و مدفوعی و نیز تعداد تخم انگل در فاضلاب تصفیه شده نسبتاً بالا بود لیکن شوری پساب در حدی نبود که باعث افزایش شوری، جرم مخصوص ظاهری خاک و کاهش پایداری خاکدانه گردد و در نهایت فرآیند جذب آب توسط گیاه را تغییر دهد و کاهش رشد و نمو گیاه را به دنبال داشته باشد. نتیجه تحقیق السید (۲۰۰۷) در بررسی اثرات پاتوژنتیک پساب فاضلاب برای آبیاری گیاهان صنعتی نشان داد با وجود آن که در فرآیند تصفیه فاضلاب شاخص BOD_5 و COD کاهش یافته بود لیکن مقدار کلیفرم کل و مدفوعی و نیز تعداد تخم انگل کاهش چندانی نیافته بود و مقدار آن نسبت به مرز استاندارد WHO نسبتاً بالا بود. این نتایج منطبق بر نتیجه تحقیق حاضر است [۲۱].

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها استفاده از فاضلاب تصفیه شده در مقایسه با آب چاه به ترتیب باعث افزایش معنی‌دار ($p<0.05$). کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و تخم انگل به میزان ۹۳/۳، ۸۶/۸ و ۸۰ درصدی در خاک گردید. همچنین پارامترهای میکروبی خاک درختان نخل نسبت به قطعه شاهد و نیز حد استاندارد در اراضی کشاورزی بالاتر بود. یکی از دلایل آن این است که در بررسی وضعیت فرآیندهای تصفیه‌خانه مشاهده شد که پساب خروجی آن به خوبی و با دقت کلرزنی نمی‌شد و به این دلیل غلظت بسیاری از شاخص‌های میکروبی تفاوت قابل توجهی با استاندارد سازمان محیط زیست ایران داشت. به نظر می‌رسد دلیل دیگر می‌تواند ناشی از کمبود عناصر غذایی در خاک منطقه مورد مطالعه باشد، زیرا مواد آلی و مواد غذایی موجود در فاضلاب توانست منجر به تحریک میکروب‌ها، افزایش بیوماس، بقا و رشد و نمو و فعالیت آنها در خاک شود. این نتایج با نتایج تحقیقات برخی محققان هم‌خوانی دارد از جمله، ایلو و سیریلی (۲۰۱۷) در بررسی تاثیر آبیاری با فاضلاب تصفیه شده بر روی خاک بیان کردند، تعداد باکتری‌های اشرشیاکلی و استرپتوکوک در مقایسه با تیمار شاهد در اثر آبیاری با پساب در خاک افزایش یافت[۲۲]. نتایج تحقیقات عالی نژاد و همکاران (۲۰۱٤) نیز نشان داد، تعداد باکتری‌های لاکتوز مثبت، کلیفرم کل و مدفوعی تحت تیمار آبیاری با فاضلاب تصفیه شده در خاک افزایش یافته بود[٤]. تات[۲۳] (۲۰۰۸) و چو و همکاران[۲٤] (۲۰۰۳) در بررسی تاثیر عوامل محیطی موثر بر طول عمر باکتری اشرشیاکلی در خاک‌های آلی و معدنی دریافتند، تعداد باکتری‌ها خاک‌های آلی به دلیل وجود مواد آلی فراوان نسبت به خاک‌های معدنی افزایش قابل توجهی داشت. وجود مواد مدفوعی در فاضلاب تصفیه شده می‌تواند یکی دیگر از دلایل نگهداری و افزایش میزان کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و تخم انگل در خاک‌های آبیاری شده با پساب فاضلاب نسبت به خاک‌های آبیاری شده با آب چاه باشد. وجود تعداد کمی کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و تخم انگل در خاک‌های آبیاری شده با آب چاه می‌تواند به دلیل آلودگی کودهای آلی و حیوانی به این باکتری‌ها و مصرف این کودها در خاک باشد. مطابق نتایج تحقیقات هاتچینسون و همکاران (۲۰۱٤) کاربرد کودهای دامی آلوده به باکتری‌های پاتوژنتیک موجب افزایش تعداد کلیفرم کل و مدفوعی در خاک گردید که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد[۲۵].

pH نمونه خاک‌های مورد مطالعه ۷/٦۱ و شوری محلول خاک، پساب فاضلاب و آب چاه به ترتیب ۲/۱۵، ۰/۲۷ و ۰/۸۱۲ دسی زیمنس بر متر بود. قلیایی بودن pH نمونه خاک-

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jehe.abzums.ac.ir at 11:56 +0330 on Monday January 27th 2020

ها و عدم مشکل شوری در محلول خاک، پساب و آب چاه دلیلی دیگر بر بقا و دوام باکتری‌های مورد مطالعه در خاک می‌باشد. زیرا فعالیت و بقا باکتری‌های خاک در pH قلیایی و نبود مشکل شوری در نتیجه افزودن پساب به خاک افزایش می‌یابد. مایلو و همکاران (۲۰۱٤) در بررسی اکوفیزیولوژی میکروبی در تالاب دریای آرام دریافتند که فعالیت و بقا باکتری‌ها در خاک‌های اسیدی به دلیل عدم دسترسی به عناصر غذایی نسبت به خاک‌های قلیایی کمتر است[۲٦]. گلشمید و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اثر نمک‌های محلول در فیلتراسیون باکتری‌های کلیفرم خاک گزارش دادند که با افزایش شوری محلول خاک میزان دی اکسیدکربن تولیدی، فعالیت آنزیم‌های خاک و در نهایت میزان بیوماس میکروبی خاک کاهش می‌یابد[۲۷]. نتایج این تحقیقات منطبق بر نتیجه تحقیق حاضر است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج میانگین برخی از پارامترهای شیمیایی اندازه‌گیری شده در پساب تصفیه‌خانه زاهدان می‌توان نتیجه گرفت، کیفیت شیمیایی پساب خروجی با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران از جنبه کاربرد آن در کشاورزی هم‌خوانی دارد لیکن فاضلاب تصفیه‌شده هنوز داری مقادیر نسبتاً بالایی کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و تخم انگل می‌باشند که با توجه به دستورالعمل بهداشت جهانی برای آبیاری محدود قابل پذیرش است. بنابراین در صورت عدم رعایت نکات مدیریتی در تصفیه پساب، مصرف آن می‌تواند منجر به افزایش آلودگی میکروبی خاک با این باکتری‌ها گردد و نگرانی جدی برای محیط زیست ایجاد کند. پس لازم است، با اعمال مدیریت صحیح فرآیندهای تصفیه (دقت در انجام کلرزنی) علاوه بر استفاده بهینه از این منبع آب آبیاری، از آلودگی خاک به عناصر مضر و انتقال آنها به زنجیره‌های غذایی ممانعت به عمل آورد. بنابراین پیشنهاد می‌گردد، با توجه به موقعیت جغرافیایی و قرار گرفتن شهر زاهدان در منطقه خشک و نیمه خشک، به پساب خروجی این تصفیه‌خانه به عنوان یک منبع مهم آب نگریسته شود و تلاش شود تا پارامترهای میکروبی با رعایت نکات مدیریتی در تصفیه پساب در حد استاندارد قرار گیرد تا در آینده ضمن کاهش بار آلودگی به حفظ منابع موجود و توسعه پایدار کمک گردد.

References

1. Hashemi H, Amin MM, Bina B, Movahedian Attar H, Farrokhzadeh H. Survey on possibility of Disinfection of Isfahan north wastewater treatment plant effluent by low and medium pressure ultraviolet systems in pilot scale. Irania J Health Environ. 2010;3(1):47-58 [In Persian].
2. Erfanmanesh M. Afuni M. Environmental pollution: water, soil and air, 6nd ed. publication of Arkan. Isfahan, 2016: 86-96 [In Persian].
3. Toze S. Reuse of effluent water (benefit and risks). Agric Water Manage. 2011;80(1-30):147-159.
4. Alinezhadian A, Karimi A, Mohammadi J, Nikookhah F, Anderson M.N. Study of soil bacterial and crop quality irrigated with treated. Irani J Health Environ. 2014; 6 (3):365-376[In Persian].
5. Erfani A, Haghnia GhH, Alizadeh A. Yield and chemical composition of lettuce and some soil characteristics as affected by irrigation with wastewater. J Crop Prod Process. 2002;6(1):71-92 [In Persian].
6. Najafi P, Abedi MJ, Mousavi SF Afioni M. Comparison of potato and tomato yields contamination in two methods of irrigation with municipal wastewater. J Agric Sci. 2004;10(2):125-134[In Persian].
7. Hassanoghli A, Liaghat A. Effect of recharge practices with treated domestic wastewater of Ekbatan complex on mineral and biological pollutants transfer to shallow aquifer. Mashhad. J. Water Soil. 2009; 23: (1): 143-151[In Persian].

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jehe.abzums.ac.ir at 11:56 +0330 on Monday January 27th 2020

8. Singh A, Agrawal M. Effects of Waste Water Irrigation on Physical and Biochemical Characteristics of Soil and Metal Partitioning in *Beta vulgaris* L. Agric. Res. J. 2014; 1(4): 379-391.
9. Karanja NN, Njenga M, Prain G, Kangethe E, Kironchi G, Githuku C, et al. Assessment of environmental and public healt hazards in wastewater used for urban agriculture in Nairobi, Kenya. Trop. Subtrop. Agroecosyst. 2010;12(1):85-97. 10- 11.
10. Ansari S, Alavi J, Ghafouri, M. Feasibility study on the reuse of wastewater from Kordokoyi sewage treatment for agriculture irrigation. Proceedings of the Eighth National Congress of the Environmental Engineering; 3-5 September 2017, Tehran University, Tehran, Iran [In Persian].
11. Shahidi A, Dolatabadi S. Evaluation of the use of Birjand University wastewater treatment effluent to reach of the Green University. Proceedings of the First National Congress of the Green University; 25-27 Desember 2017, Persian Golf University, Bushehr, Iran [In Persian].
12. Blum J, Herpin U, Melfi A, Montes C. Soil properties in a sugarcane plantation after the application of treated sewage effluent and phosphogypsum in Brazil. Agricu Water Manage 2012;115: 203-216.
13. SouDakoure M, Mermoud A, Yacouba H, Boivin P. Impacts of irrigation with industrial treated wastewater on soil properties. Geoderma. 2013;20(2): 31-39.
14. Lyu S, Chen W. Soil quality assessment of urban green space under long-term reclaimed water irrigation. Environ Sci Pollut Res. 2016; 23(5): 4639-4649.
15. Gerba CP, Goyal SM. Pathogen removal from wastewater during groundwater recharge. In: Asano T, editor. Artificial recharge of groundwater. Michigan: Ann Arbor Science; 1985.
16. ASTM International. Standard Test Metod for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste. ASTM Designation: D5231-92 (Reapproved 2003) 2003.
17. Rowell D.L. Soil Science: Methods and Applications. Longman Group, Harlow, 1994, 350p.
18. Olsen S.R, Sommers L.E. Phosphorus. P 403-430, In: A.L. Page, R.H. Miller D.R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 1982, Agronomy Monograph No. 9, ASA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
19. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington DC: American Public Health Association; 2005.
20. Leo M, Nollet L. Handbook of water analysis. Extensively revised and updated, Handbook of Water Analysis, Second Edition provides current analytical techniques for detecting compounds in water samples, Maintaining the Top of Form. 2007; 769 pp.
21. Al-Sáed R. Pathogens assessment in reclaimed effluent used for industrial crops irrigation. Int J Environ Res Public Health. 2007; 4(1): 68-75.
22. Aiello R, Cirelli GL, Consoli S. Effects of reclaimed wastewater irrigation on soil and tomato fruits: A case study in Sicily (Italy). Agric Water Manage. 2017;93(1-2):65-72.
23. Tate RL 3rd. Cultural and environmental factors affecting the longevity of Escherichia coli in Histosols. J Appl Environ Microb. 2008; 35(5):925-929.
24. Chu Y, Jin Y, Baumann T, Yates MV. Effect of soil properties on saturated and unsaturated virus transport through columns. J Environ Qual. 2003;32(6): 2017-2025.
25. Hutchison ML, Walters LD, Moore A, Crookes KM, Avery SM. Length of time before incorporation on survival of pathogenic bacteria present in livestock wastes applied to agricultural soil. J Appl Environ Microb. 2014;70:5111-5118.
26. Mamilov A, Dilly OM, Mamilov S, Inubushi K. Microbial ecophysiology of degrading aral sea wetlands: Consequences for C-cycling. J Soil Sci Plant Nutr. 2014;50:839-842.
27. Goldshmid J, Zohar D, Argamah Y, Koh Y. Effect of Downloaded from dissolved salts on the filtration of coliform bacteria in sand dunes. In: Jenkins SH, editor. Advances in water pollution research. Pergamon Press. New York; 2013. p. 147-153.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Environmental Health Engineering, November 2019; Vol. 7, No. 1: 42-52

Effect of the Use Treated Wastewater on Microbial Contamination of Soils of Urban Landscapes

Afsaneh Khamisabadi[1], Kamran Parvanak[*2], Mahnaz Nasrabadi[3]

1. Masters student of Environmental, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran
*2. Department of Agriculture, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH), Shahre Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. *Corresponding Author E-mail:*
3. Department of Environmental, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran

**** E-mail: ka.parvanak@gmail.com***

Received: 21 Jan 2019 ; Accepted: 4 May 2019

ABSTRACT

Background & objective: Microbial contamination is one of the main concerns about the use of treated wastewater in irrigation. Therefore, the present study conducted to investigate the effect of treated wastewater on microbial contamination of urban landscape soils in Zahedan.

Material & methods: In this study, a 1600 m^2 plot of palm trees in Zahedan were irrigated with treated wastewater and one plot were irrigated with well water (control treatment) were selected. From the soil of two plot, a random sample of 16 samples from 0 to 50 cm depth were collected in 1397. Sampling were done from treated wastewater and well water. Physical, chemical and microbiological properties of treated wastewater and well water and microbial parameters of soil samples were measured according to standard methods. Data were analyzed using a randomized complete block design with MSTAT-C softwares.

Results: Based on the results of analysis of variance, the application of treated wastewater has a significant effect on the microbial parameters of irrigated soils in a 1% statistical level. The results of comparison of meanings by LSD showed, the application treated wastewater at compared to well water significantly ($p<0.05$) were increased total coliforms, fecal coliforms and egg parasites of soils to 93.3%, 86.8% and 80% respectively. Also, the soil microbial parameters of palm trees were higher than that of the control treatment and the standard limit for agricultural land.

Conclusion: The chemical quality of Treated Wastewater of the Zahedan was consistent with the standards of the Iranian environmental organization in terms of its application in agriculture. However, number of the total coliforms, fecal coliforms and egg parasites of treated Wastewater, as well as in the surface soil of palm trees were irrigated with this wastewater was relatively high that could be accepted for limited irrigation according to the Global Health Guidelines.

Keywords: Total coliforms, Fecal coliform, Palm trees, Soil contamination

Downloaded from jehe.abzums.ac.ir at 11:56 +0330 on Monday January 27th 2020

www.SID.ir