

## مقایسه کارایی نیزار مصنوعی و لجن فعال متعارف در حذف کیست تک یاخته و تخم انگل - مطالعه موردی: تصفیه خانه‌های فاضلاب قصر شیرین و کرمانشاه

کیومرث شرفی<sup>۱\*</sup>، جمشید درایت<sup>۲</sup>، تارخ خدادادی<sup>۳</sup>، فاطمه اسدی<sup>۴</sup>، یوسف پورعشق<sup>۵</sup>

۱. مربی و عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

۲. استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط و عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

۳. دانش آموخته کارشناسی ارشد بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

۴. کارشناس گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

۵. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تهران

\* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۸۳۱۸۲۶۳۰۴۸ فکس: ۰۸۳۱۸۲۶۳۰۴۸ ایمیل: kio.sharafi@gmail.com

### چکیده

**زمینه و هدف:** از مهم‌ترین خصوصیات کیفی در ارتباط با استفاده مجدد پساب، کیفیت میکروبی و شیمیایی آن می‌باشد. هدف از این مطالعه تعیین کارایی تصفیه‌خانه فاضلاب کرمانشاه (سیستم لجن فعال متعارف) و قصر شیرین (سیستم نیزار مصنوعی) در حذف کیست تک یاخته و تخم انگل به منظور استفاده مجدد در آبیاری کشاورزی می‌باشد.

**روش کار:** در این تحقیق در مدت ۶ ماه و به صورت هفتگی از ورودی و خروجی تصفیه‌خانه‌ها نمونه‌برداری شد و جمعاً ۹۶ نمونه جهت آنالیز انگلی با روش جدید بیلنجر و با استفاده از لام شمارش مک مستر (با حجم حفره ای ۰/۳ میلی لیتر) مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت داده‌های مطالعه با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که میانگین راندمان زدایش تخم انگل و کیست تک یاخته در سیستم نیزار مصنوعی به ترتیب ۱۰۰، ۹۹/۷ و ۱۰۰٪ و در لجن فعال متعارف کرمانشاه به ترتیب برابر با ۹۹-۹۷٪ و ۱۰۰-۹۹٪ می‌باشد. بین میانگین کارایی دو تصفیه‌خانه از نظر حذف پارامترهای مورد بررسی اختلاف معناداری مشاهده گردید ( $p < 0/001$ ).

**نتیجه گیری:** با توجه به نتایج می‌توان گفت که کارایی هر دو تصفیه‌خانه از لحاظ حذف کیست تک یاخته و تخم انگل‌ها مطلوب بوده و راندمان نیزار مصنوعی بالاتر از سیستم لجن فعال متعارف است. کیفیت پساب خروجی هر دو تصفیه‌خانه از نظر میزان تخم نماتودها با شاخص انگلبرگ (تعداد تخم نماتود:  $\leq 1$  عدد در لیتر) مطابقت دارد.

**واژه‌های کلیدی:** لجن فعال متعارف، نیزار مصنوعی، کیست تک یاخته، تخم انگل، کرمانشاه، قصر شیرین

پذیرش: ۹۰/۶/۲۸

دریافت: ۹۰/۳/۲۱

### مقدمه

متعددی از جمله منافع اولیه مانند سود حاصل از فروش پساب، کاهش میزان گرد و غبار از طریق آب پاشی، استفاده از مواد مغذی مانند فسفر و نیتروژن موجود در فاضلاب و در نتیجه کاهش مصرف کودهای شیمیایی، کاهش هزینه‌ها و کاهش مصرف آب شیرین، منافع ثانویه مانند اثرات متعاقب پروژه‌های استفاده مجدد از فاضلاب و منافع عمومی

استفاده مجدد از فاضلاب خانگی تصفیه‌شده به عنوان یک منبع ارزشمند آب برای مصارف مختلف از جمله کشاورزی و آبیاری فضای سبز یکی از مهم‌ترین اهداف تصفیه فاضلاب و حفاظت از منابع به‌ویژه در مناطق کم‌آب می‌باشد [۲،۱]. استفاده مجدد از فاضلاب به‌ویژه در بخش کشاورزی دارای منافع

مطالعه رینوسو<sup>۲</sup> و همکاران، کارایی سیستم نیزار مصنوعی در حذف کیست ژیا ردیا بیشتر از برکه تثبیت بوده و ۹۷٪ اعلام شده است [۱۵]. فیچم<sup>۳</sup> و همکاران گزارش نمودند که فرآیند لجن فعال، قابلیت زدایش تخم انگل‌ها را به میزان حداکثر ۹۹٪ دارا می‌باشد [۱۶].

میرانزاده و محمودی نشان دادند که راندمان زدایش تخم نماتودها توسط فرآیند لجن فعال با هوادهی گسترده، ۱۰۰٪ است [۱۱]. با توجه به اینکه در کشور ایران تحقیقات اندکی در ارتباط با بررسی کارایی سیستم‌های تصفیه فاضلاب در حذف کیست تک یاخته و تخم انگل صورت گرفته و همچنین با نظر به اینکه در ارتباط با بررسی کارایی سیستم‌های مختلف تصفیه فاضلاب (سیستم‌های طبیعی و مکانیکی) در عرصه واقعی و در یک شرایط آب و هوایی تقریباً یکسان، تاکنون هیچ‌گونه تحقیقی در این زمینه در کشور، صورت نگرفته است؛ علاوه بر آن، جدیدالاحداث بودن سیستم‌های تصفیه فاضلاب استان کرمانشاه، مزید بر علت شد تا در این مطالعه، کارایی سیستم‌های تصفیه فاضلاب قصر شیرین (نیزار مصنوعی) و کرمانشاه (لجن فعال متعارف) در حذف کیست تک یاخته و تخم انگل مورد مقایسه قرار گیرد و همچنین در خصوص تناسب پساب تولیدی آن‌ها برای استفاده در آبیاری کشاورزی اظهار نظر علمی گردد.

### روش کار

روش مطالعه توصیفی-مقطعی می‌باشد. در این تحقیق که به مدت ۶ ماه به طول انجامید، نمونه‌برداری به شیوه برداشت نمونه‌های ترکیبی و به صورت هفتگی از ورودی تصفیه‌خانه‌ها (در واحد آشغالگیر) به حجم یک لیتر و خروجی آن‌ها (بعد از واحد کلرزنی) به حجم ۱۰ لیتر، انجام گرفت. تعداد نمونه‌های برداشت شده از ورودی و خروجی هر تصفیه‌خانه، یکسان و معادل ۲۴ نمونه بوده و بنابراین

نظیر حفظ محیط زیست و بهبود کیفیت و زیبایی آن می‌باشد [۳-۵]. آنچه که در این ارتباط اهمیت فراوانی دارد، مناسب بودن کیفیت پساب استفاده‌شده به‌ویژه از نظر میکروبی و انطباق آن با استانداردهای معتبر ملی و جهانی می‌باشد [۷،۶].

در استفاده مجدد از پساب، اگر به کیفیت میکروبی پساب و جنبه‌های بهداشتی آن توجهی نشود، خطر جدی برای بهداشت و سلامتی انسان و محیط زیست به همراه خواهد داشت. این موضوع زمانی با اهمیت‌تر خواهد بود که از پساب برای آبیاری فضای سبز عمومی و پارک‌ها و محصولات خوراکی از جمله صیفی‌جات و سبزیجات استفاده شود [۸-۱۰].

به منظور زدایش عوامل آلاینده موجود در فاضلاب از جمله مواد آلی و عوامل بیماری‌زا، بایستی فاضلاب را تصفیه نمود. فرآیندهای تصفیه متفاوتی از جمله لجن فعال، برکه‌های تثبیت، نیزارهای مصنوعی، لاگون هوادهی و صافی‌های چکنده وجود دارد [۱]. مکانیسم زدایش تخم انگل‌ها در حین فرآیندهای تصفیه فاضلاب متفاوت است. مهمترین آنها رسوب و ته‌نشینی بواسطه بالابودن چگالی و در اثر نیروی وزن، فیلتراسیون، جذب توسط ریشه گیاهان، به‌دام افتادن در لخته‌های بیولوژیک لجن فعال و غیر فعال شدن در اثر نامساعد بودن شرایط محیطی می‌باشد [۲، ۱۱، ۱۲].

مطالعات و بررسی‌ها نشان می‌دهد که درصد زدایش تخم انگل‌ها در صافی‌های چکنده تا ۹۹٪، در لاگون‌های هوادهی تا ۹۹/۹٪، در لجن فعال تا ۹۹٪ و در برکه‌های تثبیت (به علت زمان ماند بالا) و نیزارهای مصنوعی با جریان زیر سطحی تا ۱۰۰٪ می‌رسد که در هر یک از این فرآیندها راندمان زدایش تابعی از مشخصات فاضلاب و ضوابط طراحی تصفیه‌خانه‌ها بوده و می‌تواند دارای نوسانات زیادی باشد [۱۴-۱۲]. در تحقیق پاتریکیا<sup>۱</sup> و همکاران در اسپانیا، کارایی حذف تخم انگل‌ها بوسیله سیستم نیزار مصنوعی، ۱۰۰٪ گزارش شده است [۱۲]، و در

2. Reinoso  
3. Feachem

1. Patricia

تعداد کیست و تخم انگل‌ها در یک لیتر نمونه به‌دست آمد.

$$N = AX/PV$$

در این فرمول:

$N$  = تعداد تخم و یا کیست‌ها در یک لیتر نمونه

$A$  = میانگین تعداد تخم و یا کیست‌های شمارش شده در سه لام

$X$  = حجم محصول نهایی (میلی لیتر)

$P$  = حجم لام مک مستر (۰/۳ میلی لیتر)

$V$  = حجم نمونه اولیه (لیتر)

در نهایت با توجه به نرمال‌بودن کل نتایج به‌دست آمده ( $p < 0.05$ )، مقایسه داده‌های مربوط به کیفیت پساب خروجی دو سیستم با استاندارد، با انجام آزمون آماری One-Sample Kolmogorov Smirnov با استناد به سطح معناداری  $\alpha = 0.05$  و مقایسه‌ی داده‌های مربوط به راندمان دو سیستم در حذف کیست تک یاخته و تخم انگل‌ها با انجام آزمون آماری Mann-Whitney U مستقل با استناد به سطح معناداری  $\alpha = 0.05$  توسط نرم‌افزار SPSS-11.5 انجام گرفت و سپس طبق نتایج حاصل از این آزمون‌ها، تجزیه و تحلیل لازم انجام شد.

#### یافته‌ها

نتایج نشان داد که میانگین راندمان زدایش تخم انگل و کیست تک یاخته در سیستم نيزار مصنوعی به ترتیب  $100\% - 99.7\%$  و  $100\%$  و در لجن‌فعال متعارف کرمانشاه این میزان به ترتیب برابر با  $99\% - 97\%$  و  $100\% - 99\%$  حاصل شد. نتایج آزمون آماری Mann-Whitney U نشان داد که بین میانگین کارایی دو تصفیه‌خانه از نظر حذف پارامترهای مورد بررسی اختلاف معناداری وجود دارد ( $p < 0.001$ ).

همچنین طبق نتایج حاصله از آزمون آماری One-Sample Kolmogorov Smirnov میانگین تعداد تخم انگل نامتود با اختلاف معناداری از میزان استاندارد کمتر است ( $p < 0.001$ ).

جمعاً در این مطالعه ۹۶ نمونه مورد آزمایش قرار گرفت.

روزهای نمونه‌برداری در طول هفته و به‌صورت تصادفی انتخاب گردید. نمونه‌های مذکور جهت انجام آنالیز از نظر انگلی به آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه منتقل شد. آنالیز انگلی بر اساس روش بیلنجر با لام شمارش مک مستر (با حجم حفره‌ای ۰/۳ میلی‌لیتر) انجام گرفت [۱۷]. بدین صورت که در ابتدا بیش از ۲ ساعت فرصت ته‌نشینی برای نمونه‌ها فراهم نموده، سپس ۹۰٪ مایع رویی را با استفاده از سیفون خارج نموده و رسوب باقی‌مانده را با توجه به حجم آن به چند لوله سانتریفیوژ انتقال داده و سپس در ۱۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند، سپس کل رسوب لوله‌های سانتریفیوژ تنها به یک لوله سانتریفیوژ انتقال داده شده و مجدداً در ۱۰۰۰g به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. در ادامه یک برابر حجم رسوب تشکیل شده در مرحله‌ی دوم سانتریفیوژ، بافر استواستیک (pH=۴/۵) و دو برابر حجم آن، استات اتیل به لوله سانتریفیوژ اضافه گردید و بعد از بهم‌زدن کامل آن توسط همزن، در ۱۰۰۰g به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. با انجام این مراحل سه لایه در تمام لوله‌های سانتریفیوژ شده، تشکیل شد که لایه سیاه‌رنگ بالایی و لایه کدر وسطی تخلیه شده و بعد از آن رسوب نهایی (لایه‌ی پایینی) در پنج حجم سولفات روی ۳۳٪ (وزن مخصوص ۱/۱۸) معلق شده و سپس توسط همزن کاملاً مخلوط شد. حجم این محلول (رسوب + سولفات روی) بعنوان حجم محصول نهایی در نظر گرفته و ثبت گردید. بعد از آن بوسیله پیپت پاستور از محصول نهایی به سه لام مک مستر با حجم ۰/۳ میلی لیتر منتقل شد و قبل از انتقال لام به روی میکروسکوپ، ۵ دقیقه به حال سکون گذاشته شد. سپس توسط میکروسکوپ با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ و ۴۰ جهت شناسایی و شمارش کیست و تخم انگل‌ها مشاهده گردید و بعد از آن با استفاده فرمول زیر

در جدول ۱ حداقل و حداکثر تعداد تخم انگل و کیست تک یاخته فاضلاب خام ورودی و پساب خروجی دو تصفیه‌خانه مورد بررسی، نشان داده شده است.

جدول ۱. حداقل و حداکثر تعداد تخم انگل و کیست تک یاخته فاضلاب خام و پساب خروجی تصفیه خانه های قصرشیرین و کرمانشاه (تعداد در لیتر)

نام تصفیه خانه	محل نمونه برداری	حداقل/حداکثر تعداد	تخم آسکاریس	لمبریکوپتیدس	تخم هیمنوپلیس نانا	تخم تریکوریس	تخم تریکورا	کیست زیاردیا	کیست آمیب	میزان کل تخم انگل	میزان تخم انگل نامتود	کل کیست تک یاخته
کرمانشاه	ورودی	حداقل حداکثر	۰ ۱۷۵	۰ ۵۰	۰ ۰	۰ ۰	۰ ۰	۰ ۴۰	۰ ۹۳/۳	۰ ۲۲۵	۰ ۱۷۵	۰ ۱۰۵/۷
	خروجی	حداقل حداکثر	۰ ۴	۰ ۰	۰ ۰	۰ ۰	۰ ۰	۰ ۲	۰ ۳/۲	۰ ۴	۰ ۴	۰ ۳/۲
قصر شیرین	ورودی	حداقل حداکثر	۰ ۱۰۰	۰ ۶۷/۷	۰ ۰	۰ ۰	۰ ۰	۰ ۳۰/۷	۰ ۵۰	۰ ۱۶۷/۸	۰ ۱۰۰	۰ ۷۵
	خروجی	حداقل حداکثر	۰ ۰/۸	۰ ۰/۶۷	۰ ۰	۰ ۰	۰ ۰	۰ ۰	۰ ۰	۰ ۰/۸	۰ ۰/۸	۰ ۰

جدول ۲. میانگین میزان آلودگی انگلی فاضلاب خام ورودی و پساب خروجی تصفیه خانه های قصرشیرین و کرمانشاه (تعداد در لیتر)

نام تصفیه خانه	محل نمونه برداری	تخم آسکاریس	لمبریکوپتیدس	تخم هیمنوپلیس نانا	تخم تریکوریس	تخم تریکورا	کیست زیاردیا	کیست آمیب	میزان کل تخم انگل	میزان تخم انگل نامتود	میزان کیست تک یاخته
کرمانشاه	ورودی	۴۵/۷۵	۰/۹۷	۴/۵۲	۰	۰	۱۰/۷۷	۱۹/۳۳	۵۰/۲۷	۴۵/۷۵	۳۰/۱
	خروجی	۰/۹۷	۰	۰	۰	۰	۰/۳۵	۰/۲۲	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۵۷
قصر شیرین	ورودی	۳۰/۴۳	۰/۰۸	۵/۴۲	۰	۰	۶/۸۵	۱۳/۱	۳۵/۸۵	۳۰/۴۳	۱۹/۹۵
	خروجی	۰/۰۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۸	۰/۰۸	۰

### بحث

با توجه به نتایج حاصله از انجام آزمون آماری، می‌توان گفت مقدار میانگین به‌دست‌آمده برای میزان تخم نامتودهای پساب خروجی هر دو سیستم تصفیه با اختلاف معناداری از مقدار توصیه‌شده در استانداردهای مربوط به استفاده مجدد از پساب در کشاورزی و آبیاری ( $\geq 1$  عدد در لیتر) کمتر است ( $p < 0.05$ ). علاوه بر آن، بین میزان راندمان دو سیستم مورد بررسی هم در حذف کیست تک یاخته

و هم در حذف تخم انگل اختلاف معناداری مشاهده شد ( $p < 0.05$ ). میانگین راندمان سیستم نیز از مصنوعی در حذف تخم انگل و کیست تک یاخته به ترتیب برابر با ۱۰۰-۹۹/۷٪ و ۱۰۰٪ حاصل شده است. با توجه به اینکه زمان ماند طولانی (و در نتیجه ته نشینی) مکانیسم غالب و اصلی حذف تخم انگل و کیست تک یاخته‌هاست، لذا با توجه به این‌که در تصفیه‌خانه فاضلاب قصرشیرین، علاوه بر وجود بیش از ۱۲ نیزار، دو برکه بی‌هوای به‌صورت موازی در ابتدای

همکاران ۹۰٪ گزارش شده است [۱۹]. کاسیو<sup>۸</sup> و همکاران گزارش نمودند که راندمان حذف تعداد کیست‌ها، زمانی که تصفیه ثانویه شامل اکسیداسیون فعال با O<sub>2</sub> و ته‌نشینی باشد (۹۴/۵٪) بیشتر از زمانی است که لجن فعال و ته‌نشینی (۸۸-۷۲/۱٪) مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۰]. مطالعه کاسون<sup>۹</sup> و همکاران نشان داد که سیستم لجن فعال قادر است بیش از ۹۹٪ کیست‌های زیاردی را حذف نماید [۲۱]، و در تحقیق ویاند<sup>۱۰</sup> این راندمان ۹۹/۵-۹۹/۸٪ می‌باشد [۲۲]. لازم به ذکر است که عدم برداشت نمونه در شب جهت به‌دست آمدن نمونه‌ی ترکیبی ۲۴ ساعته از محدودیت‌های این مطالعه بود.

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج می‌توان نتیجه‌گیری نمود، هر چند که کارایی سیستم نیزار مصنوعی در حذف عوامل انگلی بالاتر از سیستم لجن فعال متعارف می‌باشد، اما کارایی هر دو تصفیه‌خانه‌ی مورد بررسی در حذف تخم انگل و کیست تک یاخته بسیار مطلوب بوده و در نتیجه می‌توان گفت که با حفظ شرایط فعلی بهره‌برداری و نگهداری آن‌ها، این سیستم‌ها به راحتی می‌توانند استانداردهای لازم جهت استفاده مجدد در آبیاری کشاورزی (شاخص انگلبرگ: تعداد تخم نماتود: ۱ ≤ عدد در لیتر) را برآورده نمایند.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از معاونت محترم تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمانشاه به خاطر تأمین هزینه‌های مالی این طرح تحقیقاتی (با شماره ثبت ۸۸۰۹۱) و کارکنان محترم شرکت آب و فاضلاب استان کرمانشاه و مسئولین تصفیه‌خانه‌ها، به خاطر همکاری در انجام این تحقیق، تشکر و قدردانی نمایند.

سیستم قرار گرفته است، این امر باعث دخالت دادن فاکتور «زمان ماند بالا» در حذف تخم انگل‌ها شده است، زیرا حتی در سیستم برکه تثبیت، بالاترین میزان حذف تخم انگل‌ها در برکه‌های بی‌هوای اتفاق می‌افتد [۱۸]. علاوه بر آن فاکتورهای مؤثر دیگر در حذف تخم انگل و کیست تک یاخته در سیستم نیزار مصنوعی، فیلتراسیون و جذب توسط ریشه گیاهان می‌باشد [۷ و ۱۲]. نتایج این تحقیق با نتایج مطالعات مشابه، همخوانی دارد. در مطالعه رینوسو و همکاران، کارایی سیستم نیزار مصنوعی در حذف کیست زیاردی بیشتر از برکه تثبیت بوده و ۹۷٪ اعلام شده است [۱۵]. اختلاف راندمان سیستم مذکور با سیستم مورد بررسی در مطالعه حاضر (۹۹/۷٪) می‌تواند به دلایل مختلفی از جمله ضوابط طراحی تصفیه‌خانه‌ها، شرایط بهره‌برداری و نگهداری سیستم تصفیه، شرایط آب و هوایی و ... باشد [۷]. در حالی که در تحقیق پاترکیا و همکاران در اسپانیا، کارایی حذف تخم انگل‌ها بوسیله سیستم نیزار مصنوعی، ۱۰۰٪ گزارش شده است [۱۲] که با نتایج سیستم مورد بررسی در این مطالعه تقریباً مشابهت دارد.

میانگین راندمان زدایش تخم انگل و کیست تک‌یاخته در لجن فعال متعارف کرمانشاه به ترتیب برابر با ۹۹-۹۷٪ و ۱۰۰-۹۹٪ حاصل شد. نتایج این پژوهش با مطالعات مشابه مطابقت دارد. فیچم و همکاران گزارش نمودند که فرآیند لجن فعال، قابلیت زدایش تخم انگل‌ها را به میزان حداکثر ۹۹٪ دارا می‌باشد [۱۶]. میران‌زاده و محمودی نشان دادند که راندمان زدایش تخم نماتودها توسط فرآیند لجن فعال با هوادهی گسترده، ۱۰۰٪ است [۱۱]. مطالعه‌ی دونالد<sup>۴</sup> و رتو<sup>۵</sup> و بررسی ماتئوس<sup>۶</sup> و همکاران، نشان داد که واحد ته‌نشینی اولیه فرآیند لجن فعال متعارف، حدود ۹۹٪ تخم انگل‌ها را حذف می‌کند، در حالی که این میزان حذف در مطالعه شووال<sup>۷</sup> و

8. Caccio  
9. Casson  
10. Wiandt

4. Donald  
5. Rowe  
6. Matteus  
7. Shuval

**References**

- 1- Tchobanoglus G, Burton FL. Wastewater engineering. 4th ED, McGraw, Hill. Metcalf & Eddy. New York. 2003: 1345-56.
- 2- Donald R, Rowe I. Hand book of Wastewater Reclamation and Reuse. CRC Press. 1995: 1-15.
- 3- Weizhen Lu, Andrew AY. A Preliminary study on potential of developing shower/laundry wastewater reclamation and reuse system. Chemosphere. 2003; 52: 1451-1459.
- 4- Papaicovou I. Case Study-wastewater reuse in Limassol as an alternative water Source. Desalination. 2001; 138: 55-59.
- 5- Kalavrouziotis IK, Apostolopoulos CA. An integrated environmental plan for the Reuse of treated wastewater effluents from WWTP in urban areas. Building and Environmental. 2007; 42:1862-1868.
- 6- Carr R. WHO guideline for safe wastewater use more than just numbers. Irrigation and Drainage. California, America. 2005; NO.54.
- 7- Bitton G. Wastewater Microbiology. Third edition, A John Wiley & Sons, Inc., Publication. Hoboken, New Jersey. 2005: 461-47.
- 8- Palese AM. Irrigation of olive groves in Southern Italy with treated municipal wastewater: Effect on microbiological quality of soil and fruits. Agriculture, Ecosystems and Environment. 2009; 129: 43-51.
- 9- Lubello C. Municipal-treated wastewater reuse for plant nurseries irrigation. water Research. 2004; 38: 2939-2947.
- 10- Gupta N, Khan DK, Santra SC. Prevalence of intestinal helminth eggs on vegetables grown in wastewater-irrigated areas of Titagarh. West Bengal. India. food control. 2009; 20: 942-945.
- 11- Miranzadeh MB, Mahmodi S. Investigation into the Removal of Nematodes Eggs in Influent and Effluent of Shoosh Wastewater Treatment Plant. water and wastewater journal. 2002; 42: 32-36.
- 12- Patricia M, Ivan B, Gemma A, Estanislao DL. Removal of wastewater pathogen indicators in a constructed wetland in Leon, Spain. Ecological Engineering. 2008; 33: 252-257.
- 13- Matteus FA. Water Management and Conservation in Arid Climates. Technomic Publishing. U.S.A. 2000: 280-294.
- 14- Molleda P, Blanco I, Ansoia G, Luis DE. Removal of wastewater pathogen indicators in a constructed wetland in Leon, Spain, ecological engineering. 2003; 33: 252-257.
- 15- Reinoso R, Alexandra TL, Bécares E. Efficiency of natural systems for removal of bacteria and pathogenic parasites from wastewater. Science of total Environmental. 2008; 34:80-86.
- 16- Mara D, Carr RM, Blumenthal UJ. Guideline for the Safe Use of Wastewater and Excreta in Agriculture. WHO. 1989.
- 17- Rachei M, Mara D. Analysis of Wastewater for Use in Agriculture-A Laboratory Manual of Parasitological and Bacteriological Techniques. WHO. 1996:7-20.
- 18- Arbabi M, Zahedi MR. Performance evaluation of stabilization ponds in urban wastewater treatment (in cooling climate), Second congress of environmental health. University of Medical Sciences. 1998.
- 19- Reinoso R, Alexandra TL, Bécares E. Efficiency of natural systems for removal of bacteria and pathogenic parasites from wastewater. Science of total Environmental. 2008; 34:80-86.
- 20- Mara D, Carr RM, Blumenthal UJ. Guideline for the Safe Use of Wastewater and Excreta in Agriculture. WHO. 1989.
- 21- Donald R, Rowe I. Hand book of Wastewater Reclamation and Reuse. CRC Press. 1995.
- 22- Caccio SM, Giacomo MD, Aulicino FA, Pozio E. Giardia cysts in wastewater treatment plants in Italy. Appl. Environ. Microbiol. 2003; 69: 3393-3398.
- 23- Casson LW, Sorber CA, Sykora JL, Cavaghan PD, Shapiro MA, Jakubowski W. Giardia in wastewater- Effect of treatment. J. Water Pollute. Control Fed. 1990; 62: 670-675.
- 24- Wiandt S, Grimason AM, Balux B, Bontoux J. Efficiency of wastewater treatment plants at removing Giardia sp. Cysts in southern France- Schriftenr Ver Wasser Boden Lufthyge. 2000; 105: 35-42.

# The Efficiency Comparison of Constructed Wetland and Conventional Activated Sludge on Removal of Cysts and Parasitic Eggs-Case Study: Ghasr-e-Shirin and Kermanshah Wastewater Treatment Plants

Sharafi K<sup>\*1</sup>, Drayat J<sup>2</sup>, Khodadadi T<sup>3</sup>, Asadi F<sup>4</sup>, Poureshg Y<sup>5</sup>

1- Instructor of Environmental Health, Kermanshah University of Medical Sciences, School of Public Health.

2- Assistance Professor of Environmental Health, Kermanshah University of Medical Sciences, School of Public Health.

3- MSc in Environmental Health Engineering, Kermanshah University of Medical Sciences

4- BSc in Environmental Health Engineering, Kermanshah University of Medical Sciences

5- Master student of Environmental Health Engineering, Tehran University of Medical Sciences

\* *Corresponding Author*: Tel: 08318263048 Fax: 08318263048 E-mail: kio.sharafi@gmail.com

Received: 2011/06/11

Accepted: 2011/09/19

## ABSTRACT

**Background & Objectives:** Chemical and microbial quality are the most important characteristics associated with wastewater reuse for agricultural purposes. The aim of this study was determination of efficiency of Ghasr-e-Shirin (constructed wetland) and Kermanshah wastewater treatment plants (conventional activated sludge) to remove protozoan cysts and parasitic eggs in order to reuse in agricultural irrigation.

**Methods:** In total, 96 samples were taken from influent and effluent of the wastewater plants at one week intervals for a period of 6 months for parasitic analysis by Mac master slide (with a hole size 0.3 ml) according to Bailenger method. Data were analyzed using SPSS software.

**Results:** Average removal efficiency of constructed wetland for parasitic eggs and protozoan cysts were 99.7-100% and 100%, respectively. These values for conventional activated sludge of Kermanshah were 97-99% and 99-100%. Statistically significant differences were observed in removal efficiency of the parameters studied between two treatment facilities ( $P < 0.001$ ).

**Conclusion:** Based on the results obtained, removal efficiency for cysts and parasitic eggs in both treatment facilities are desirable with efficiency of constructed wetland being better than conventional activated system. In terms of number of nematode eggs, effluent quality of both treatment plants complies with Angelberg index (number of nematode eggs per liter  $\leq 1$ ).

**Keywords:** Conventional Activated Sludge, Constructed Wetland, Protozoan Cyst, Parasitic Egg, Ghasr-e-Shirin, Kermanshah.