

The Efficiency Comparison of Conventional Activated Sludge and Stabilization Pond Systems in Removal of Cysts and Parasitic Eggs (A case Study: Kermanshah and Gilanharb Wastewater Treatment Plants)

Derayat J., *Almasi A., Sharafi K., Meskini H., Dargahi A.

Department of Environmental Health Engineering, Kermanshah Health Research Center (KHRC), Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

Received; 24 November 2010 Accepted; 20 February 2011

ABSTRACT

Background and Objectives: Microbial quality, particularly parasitic characteristics in terms of effluent reuse in agriculture is one of the most important indices. The aim of this study is determination of removal efficiency of Kermanshah wastewater treatment (conventional activated sludge) and Gilanharb wastewater treatment plants (stabilization ponds) for cyst and parasitic eggs.

Material and Methods: In this study research samples were taken once in five days from both inlet and outlet of wastewater Plants within a period of five months. The identification and counting of cyst and parasitic eggs were carried out by Mac master slide according to Bailenger method.

Results: The findings shows that mean of parasitic eggs and protozoan cysts in effluent of Kermanshah wastewater treatment plant were 0.99 ± 0.42 and 0.90 ± 0.25 per liter respectively, indeed removal efficiency for parasitic eggs and cysts are 98.42 ± 3 and 97.5 ± 4.5 respectively, but, any parasitic eggs and protozoan cysts in Gilanharb wastewater treatment plant was not observed and removal efficiency of these tow parameters was 100 . *Ascaris lumbricoides* eggs had most number in influent and effluent of both plants.

Conclusion: As results show, removal efficiency for cysts and parasitic eggs in both above mentioned are desirable, and the quality of effluent treatment plant of both the rate of nematode eggs Anglbrg index (number of nematode eggs: $1 \geq$ number per liter) is consistent.

Key words: Activated sludge, Stabilization ponds, Cysts, Parasitic eggs, Kermanshah, Gilanharb treatment plant

*Corresponding Author: alialmasi@yahoo.com

Tel: +98 831 8281992, Fax: +98 831 8263048

مقایسه کارایی سیستم لجن فعال متعارف و برکه تثبیت فاضلاب در حذف کیست تک یاخته و تخم انگل - مطالعه موردی: تصفیه خانه فاضلاب کرمانشاه و گیلانغرب

جمشید درایت^۱، علی الماسی^۲، کیومرث شرفی^۳، حبیبه مسکینی^۴، عبدالله درگاهی^۳

نویسنده مسئول: کرمانشاه، بلوار شهید شیرودی، خیابان دانشگاه، دانشکده پزشکی، گروه بهداشت محیط alialmasi@yahoo.com

پذیرش: ۸۹/۱۲/۰۱

دریافت: ۸۹/۰۹/۰۳

چکیده

زمینه و هدف: یکی از مهم ترین خصوصیات کیفی در مورد استفاده مجدد پساب، کیفیت میکروبی آن است. هدف از این مطالعه تعیین کارایی تصفیه خانه فاضلاب کرمانشاه (سیستم لجن فعال متعارف) و گیلانغرب (سیستم برکه تثبیت) در حذف کیست تک یاخته و تخم انگل بوده است.

روش بررسی: در این تحقیق به مدت ۵ ماه و هر پنج روز یک بار از ورودی و خروجی تصفیه خانه نمونه برداری شد. آنالیز انگلی جهت شناسایی کیست و تخم انگل ها مطابق روش جدید بیلنجر با لام شمارش مک مستر (با حجم حفره ای ۰/۳ میلی لیتر) انجام گرفت.

یافته ها: نتایج نشان داد که میانگین کل تعداد تخم انگل ها و کیست تک یاخته ها در پساب خروجی از تصفیه خانه کرمانشاه به ترتیب برابر با $0/42 \pm 0/99$ و $0/25 \pm 0/9$ عدد در هر لیتر بوده و راندمان زدایش تخم انگل و کیست انگل به ترتیب $98/3 \pm 3\%$ و $97/5 \pm 4/5\%$ حاصل شد. در حالی که هیچ کیست و تخم انگلی در پساب خروجی تصفیه خانه گیلانغرب مشاهده نشد و راندمان حذف این دو پارامتر، ۱۰۰٪ برآورد گردید. بیشترین تعداد تخم انگل در فاضلاب ورودی و پساب خروجی هر دو تصفیه خانه مربوط به تخم آسکاریس لمبریکوئیدس بود.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج می توان گفت که کارایی هر دو تصفیه خانه از لحاظ حذف کیست و تخم انگل ها مطلوب بوده و کیفیت پساب خروجی هر دو تصفیه خانه از نظر میزان تخم نامتودها با شاخص انگلیبرگ (تعداد تخم نامتود: $1 \leq$ عدد در لیتر) مطابقت دارد.

واژگان کلیدی: لجن فعال، برکه تثبیت، کیست و تخم انگل، کرمانشاه، گیلانغرب

۱- دکترای بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

۲- دکترای بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه و عضو مرکز تحقیقات توسعه اجتماعی و ارتقاء سلامت زاگرس

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد میکروبیولوژی، کارشناس آزمایشگاه میکروبیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

مقدمه

استفاده مجدد از فاضلاب خانگی تصفیه شده به عنوان یک منبع ارزشمند آب برای مصارف مختلف از جمله کشاورزی و آبیاری فضای سبز یکی از مهم ترین اهداف تصفیه فاضلاب و حفاظت از منابع بویژه در مناطق کم آب محسوب می گردد (۱ و ۲). استفاده مجدد از فاضلاب به ویژه در بخش کشاورزی دارای منافع متعددی از جمله منافع اولیه (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 هزینه ها و کاهش مصرف آب شیرین)، منافع ثانویه (اثرات متعاقب پروژه های استفاده مجدد از فاضلاب) و منافع عمومی (حفظ محیط زیست و بهبود کیفیت و زیبایی آن) است (۳-۶).

آنچه اهمیت فراوانی دارد، مناسب بودن کیفیت پساب استفاده شده به ویژه از نظر میکروبی و انطباق آن با استانداردهای معتبر ملی و جهانی است (۷-۱۰).

در استفاده مجدد از پساب، اگر به کیفیت میکروبی پساب و جنبه های بهداشتی آن توجهی نشود، خطر جدی برای بهداشت و سلامتی انسان و محیط زیست به همراه خواهد داشت، این موضوع زمانی مهم تر خواهد بود که از پساب برای آبیاری فضای سبز عمومی و پارک ها و محصولات خوراکی از جمله صیفی جات و سبزیجات استفاده شود (۱۵-۱۱). به منظور زدایش عوامل آلاینده موجود در فاضلاب از جمله مواد آلی و عوامل بیماری زا، بایستی فاضلاب را تصفیه نمود. فرایندهای تصفیه متفاوتی از جمله لجن فعال، برکه های تثبیت، نی زارهای مصنوعی، لاگون هوادهی و صافی های چکنده وجود دارد (۱).

مکانیسم زدایش تخم انگل ها در حین فرایندهای تصفیه فاضلاب متفاوت است. مهم ترین آنها رسوب و ته نشینی است که آن هم به دلیل بالا بودن چگالی، در اثر نیروی وزن و به دام افتادن در لخته های بیولوژیک لجن فعال و غیر فعال شدن در اثر نامساعد بودن شرایط محیطی است (۲، ۱۴ و ۱۶). مطالعات و بررسی ها نشان می دهد، در غالب فرایندهای متداول تصفیه

فاضلاب ۱۰۰-۹۹ درصد تخم انگل ها حذف می گردد، البته راندمان زدایش تخم انگل و کیست تک یاخته ها تابعی از مشخصات فاضلاب و ضوابط طراحی تصفیه خانه ها بوده و می تواند دارای نوسانات زیادی باشد (۱، ۹ و ۱۶-۱۹).

هدف از این مطالعه تعیین کارایی تصفیه خانه های فاضلاب کرمانشاه (سیستم لجن فعال متعارف) و گیلانغرب (سیستم برکه تثبیت) در حذف کیست تک یاخته و تخم انگل، مقایسه و اظهار نظر علمی در خصوص تناسب پساب های تولیدی این دو سیستم، برای استفاده در آبیاری است.

مواد و روش ها

روش مطالعه توصیفی - مقطعی است. در این تحقیق که به مدت ۵ ماه طی یک سال، از هر فصل ۵ هفته انجام شد نمونه برداری هر پنج روز یک بار از ورودی تصفیه خانه (در واحد آشغالگیر) به حجم یک لیتر و خروجی (بعد از واحد کلرزنی) به حجم ۱۰ لیتر، انجام گردید. تعداد نمونه های برداشت شده از ورودی و خروجی هر تصفیه خانه، یکسان و معادل ۳۰ نمونه بوده و بنابراین جمعاً در این مطالعه ۱۲۰ نمونه مورد آزمایش قرار گرفت. روزهای نمونه برداری در طول هفته و به صورت تصادفی انتخاب گردید. زمان مطالعه و محدوده نمونه برداری به گونه ای طراحی و تدوین گردیده است که نمونه های به دست آمده قابلیت تعمیم به جامعه آماری مورد مطالعه را دارد. عملیات جمع آوری اطلاعات به صورتی تنظیم گردید که زمان برنامه ریزی شده نمونه برداری، چهار فصل را پوشانند. از طرفی نمونه های جمع آوری شده، نمونه های ترکیبی ۲۴ ساعته ای است که به فاصله دو ساعت (۲۰) جمع آوری و به آزمایشگاه آورده می شد. یعنی هر نمونه حاصل ترکیبی ۱۲ نمونه ۲۴ ساعته است. نمونه های 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 حفره ای ۰/۳ میلی لیتر) انجام گرفت (۲۱ و ۲۰). بدین صورت که در ابتدا

بیش از ۲ ساعت فرصت ته نشینی برای نمونه ها فراهم نموده. سپس ۹۰٪ مایع رویی را با استفاده از سیفون خارج نموده و رسوب باقی مانده را با توجه به حجم آن به چند لوله سانتریفیوژ ساخت شیمی فان ایران، انتقال داده و سپس در ۱۰۰۰ g به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند، سپس کل رسوب لوله های سانتریفیوژ را تنها به یک لوله سانتریفیوژ انتقال داده و مجدداً در ۱۰۰۰ g به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. در ادامه یک برابر حجم رسوب تشکیل شده در مرحله ی دوم سانتریفیوژ، بافر اسید استیک (pH=۴/۵) و دو برابر حجم آن، استات اتیل به لوله سانتریفیوژ اضافه گردید و بعد از بهم زدن کامل آن توسط همزن، در ۱۰۰۰ g به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. با انجام این مراحل سه لایه در تمام لوله های سانتریفیوژ شده، تشکیل شد که لایه سیاه رنگ بالایی و لایه کدر وسطی را تخلیه نموده و بعد از آن رسوب نهایی (لایه پایینی) را در پنج حجم سولفات روی ۳۳٪ (وزن مخصوص ۱/۱۸) معلق گشته و سپس توسط همزن کاملاً مخلوط شد. حجم این محلول (رسوب + سولفات روی) به عنوان حجم محصول نهایی در نظر گرفته و ثبت گردید. مواد شیمیایی مورد استفاده در تشخیص و شمارش کیست و تخم انگل ها فراورده مرک آلمان بود. بعد از آن به وسیله پیپت پاستور محصول نهایی به سه لام مک مستر ساخت امریکا

با حجم ۰/۳ میلی لیتر منتقل شد و قبل از انتقال لام به روی میکروسکوپ، ۵ دقیقه به حال سکون گذاشته شد. سپس لام ها توسط میکروسکوپ Olympus مدل CH-30ORF200 ساخت ژاپن با بزرگ نمایی ۱۰۰ و ۴۰ جهت شناسایی و شمارش کیست و تخم انگل ها مشاهده گردید و بعد از آن با استفاده فرمول زیر تعداد کیست و تخم انگل ها در یک لیتر نمونه به دست آمد.

$$N = AX/PV$$

N = تعداد تخم و یا کیست ها در یک لیتر نمونه

A = میانگین تعداد تخم و یا کیست های 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 داده های مربوط به کیفیت پساب در هر دو سیستم تصفیه، با انجام آزمون آماری T-Test تک گروهی با استناد به سطح معناداری $\alpha=0/05$ و داده های مربوط به مقایسه ی راندمان دو سیستم در حذف کیست و تخم انگل ها، با انجام آزمون آماری T-Test دو گروهی با استناد به سطح معناداری $\alpha=0/05$ توسط نرم افزار SPSS و Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نتایج حاصل مربوط به کیفیت پساب با استانداردهای موجود در این زمینه مطابقت داده شد

جدول ۱: میانگین کل تخم انگل ها در فاضلاب خام ورودی و پساب تصفیه شده خروجی از تصفیه خانه فاضلاب شهرهای کرمانشاه و گیلانغرب

راندمان حذف (%)		کل تخم انگل های موجود در یک لیتر نمونه	کل تخم نماتودهای موجود در یک لیتر نمونه	تزیکیوریس تریکوریبا	همینوپیس نانا	آسکاریس لیمبریکویئیس	محل نمونه برداری	تصفیه خانه
تخم نماتودها	انگل ها	نمونه	نمونه				ورودی ×	
۹۸/۱±۳	۹۸/۳±۳	۵۲/۶±۱۶	۵۷/۵±۱۹	۰/۸	۴/۹±۰/۷	۵۱/۸±۱۴/۲	خروجی ××	کرمانشاه
		۰/۹۹±۰/۴۲	۰/۹۹±۰/۴۲	.	.	۰/۹۹±۰/۴۲	ورودی ×	گیلانغرب
۱۰۰	۱۰۰	۵۴/۷۲±۱۲	۶۱/۸۶±۲۲	۳/۳۳	۷/۱۴±۱/۲	۵۱/۳±۱۲/۶	خروجی ××	

× تعداد تخم های شمارش شده به طور جداگانه، در یک لیتر نمونه فاضلاب خام ورودی
 ×× تعداد تخم های شمارش شده به طور جداگانه، در ۱۰ لیتر نمونه پساب تصفیه شده

جدول ۲: میانگین کل کیست تک یاخته ها و لارو نماتود در فاضلاب خام پساب تصفیه شده خروجی از تصفیه خانه فاضلاب شهرهای کرمانشاه و گیلانغرب

تصفیه خانه	محل نمونه برداری	کیست ژیا ردیا	کیست آمیب	لارو نماتود	کل کیست تک یاخته موجود در یک لیتر نمونه	راندمان حذف کیست تک یاخته (%)
کرمانشاه	ورودی ×	۱۱/۲۷±۳/۷	۲۴±۵/۲	۰	۳۶/۱۴±۱۸	۹۷/۵±۴/۵
	خروجی ××	۰/۴±۰/۱	۰/۵±۰/۱۸	۲	۰/۹±۰/۲۵	
گیلانغرب	ورودی ×	۱۰/۱۴±۳/۳	۹/۶۷±۴/۵	۰	۱۹/۸۱±۷	۱۰۰
	خروجی ××	۰	۰	۰	۰	

× تعداد کیست های شمارش شده به طور جداگانه، در یک لیتر نمونه فاضلاب خام ورودی
×× تعداد کیست ها و لارو شمارش شده به طور جداگانه، در ۱۰ لیتر نمونه پساب تصفیه شده

یافته ها

بر اساس نتایج حاصل تعداد کل کیست و تخم در فاضلاب خام ورودی به تصفیه خانه فاضلاب کرمانشاه به ترتیب برابر با ۵۷/۵±۱۹ و ۳۶/۱۴±۱۸ عدد در لیتر و این میزان برای تصفیه خانه گیلانغرب برابر با ۶۱/۸۶±۲۲ و ۱۹/۸۲±۷ عدد در لیتر است که در این میان توزیع تخم انگل کاملاً غیر یکسان بوده به طوری که تخم آسکاریس لمبری کوئیدس در تمام نمونه ها مشاهده گردید و بیشترین تعداد را به خود اختصاص داد. میانگین تعداد تخم انگل ها و و تعداد کیست های شناسایی شده در فاضلاب خام ورودی و پساب تصفیه شده خروجی از تصفیه خانه های فاضلاب شهر کرمانشاه و گیلانغرب به ترتیب در جدول ۱ و ۲ ارایه شده است.

بحث

بر اساس نتایج حاصل مشخص شد که بیشترین تعداد تخم انگل در فاضلاب خام ورودی هر دو شهر مربوط به تخم آسکاریس لمبری کوئیدس است و این بدین معناست که در حال حاضر نیز آلودگی به کرم آسکاریس در سطح جامعه بالاتر از بقیه انگل هاست و این موضوع با نتایج مطالعات مشابه مطابقت دارد. میران زاده و محمودی گزارش نمودند که بیشترین تعداد تخم نماتود فاضلاب ورودی به تصفیه خانه شهرک شوش تهران مربوط به آسکاریس لمبری کوئیدس

است (۲۲). علاوه بر آن در مطالعه محوی و بیکم کیا، تخم آسکاریس لمبری کوئیدس در فاضلاب ورودی به ۸ تصفیه خانه شهر تهران و ۲ تصفیه خانه شهر اصفهان، بیشترین تعداد را به خود اختصاص داد (۲۳). Jimenez هم در مطالعه مروری خود با بررسی اطلاعات مربوط به آلودگی انگلی فاضلاب خام کشورهای مختلف از جمله امریکا، آلمان، پاکستان، مصر، برزیل و غیره به نکته مذکور اشاره کرده است (۲۴). با توجه به نتایج حاصل و انجام آزمون آماری T-Test تک گروهی با استناد به سطح معناداری $\alpha=0/05$ ، می توان گفت که مقدار میانگین به دست آمده برای میزان تخم نماتودهای پساب خروجی هر دو سیستم تصفیه، با اختلاف معناداری از مقدار توصیه شده در استانداردهای مربوط به استفاده مجدد از پساب در کشاورزی و آبیاری (≥ 1 عدد در لیتر) کمتر است ($P<0/05$). همچنین با انجام آزمون آماری T-Test دو گروهی با استناد به سطح معناداری $\alpha=0/05$ ، می توان گفت که راندمان حذف کیست و تخم انگل در دو سیستم لجن فعال و برکه تثبیت با هم اختلاف معناداری دارد ($P<0/05$). یعنی سیستم برکه تثبیت تصفیه فاضلاب کارایی بسیار خوبی در حذف تخم و کیست انگل ها دارد. اگر چه سیستم لجن فعال نیز دارای پسابی حایز استاندارد استفاده در آبیاری است، پساب حاصل از سیستم برکه ای از نظر شاخص تخم انگل برای استفاده در آبیاری بسیار مناسب

است. به نظر می رسد مکانیسم حذف تخم و کیست انگل در سیستم برکه ای متأثر از زمان ماند نسبتاً طولانی این فرایند و امکان ته نشینی در آن است. عدم تشخیص تخم و کیست انگل در پساب سیستم مذکور با احتمال قریب به یقین منوط به این مکانیسم است. در حالی که در سیستم لجن فعال زمان ماند در حوضچه ته نشینی ثانویه نسبتاً کوتاه و فرصت کافی برای ته نشینی عوامل مورد نظر وجود ندارد. از طرفی چسبیدن یا سوار شدن تخم و کیست انگل ها به لخته های ناشی از بالکینگ باعث شناوری و خروج آن ها به پساب شده، ممکن است کارایی فرایند لجن فعال نسبت به فرایند برکه ای را کمتر نشان دهد. پدیده ای که برایند تحقیق حاضر منتج به شده است. نتایج آزمایشات انجام گرفته بر روی نمونه های پساب خروجی از تصفیه خانه فاضلاب گیلانغرب (با سیستم برکه تثبیت) نشان می دهد که در هیچ کدام از نمونه ها، تخم نامتودی مشاهده نشده است. این امر نشان دهنده آنست که سیستم برکه تثبیت فاضلاب قابلیت زدایش کامل کیست و تخم انگل ها را داراست. زمان ماند نسبتاً طولانی و جریان آرام توام با اختلاط، فرصت ته نشینی و نهایتاً پاستوریزاسیون در لجن ته نشین شده برای تخم و کیست انگل ها فراهم می نماید. این حالت در برکه های تثبیت فاضلاب، راندمان زدایش تخم انگل ها را بالا برده و اغلب به میزان ۱۰۰٪ هم می رساند. این موضوع مورد تایید محققین هم هست (۱۷ و ۱۸). به طوری که مطالعه Amahmid و همکاران نیز راندمان حذف تخم نامتودها در برکه های تثبیت را ۱۰۰٪ گزارش نموده است (۲۶).

نتیجه گیری

نتایج آزمایشات انجام گرفته بر روی نمونه های پساب خروجی از تصفیه خانه فاضلاب کرمانشاه (با سیستم لجن فعال متعارف) نشان می دهد که میانگین کل تعداد تخم انگل و کیست تک یاخته ها به ترتیب برابر با $0/99 \pm 0/42$

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می دانند که از کمیته پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمانشاه به خاطر تامین هزینه های مالی این طرح تحقیقاتی (با شماره

ثبت ۸۸۰۹۱)، مدیر عامل محترم شرکت آب و فاضلاب استان کرمانشاه، به خاطر همکاری لازم در انجام این تحقیق، تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

1. Tchobanoglus G, Burton FL. Wastewater Engineering. 4th ed, New York: McGraw Hill; 2003.
2. Donald R, Rowe I. Handbook of Wastewater Reclamation and Reuse. Boca Raton: CRC Press; 1995.
3. Weizhen LU, Andrew AY. A Preliminary study on potential of developing shower/aundry wastewater reclamation and reuse system. *Chemosphere*. 2003;52:1451-59.
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;42:1862-68.
6. Rowe D, Magid A. Handbook of Wastewater Reclamation and Reuse. New York: Lewis Publishers; 1995.
7. Jimenez B. Treatment technology and standards for agricultural wastewater reuse; A case study in Mexico city. *Irrigation and Drainage*. 2005;54:S23-S33.
8. Carr R. WHO guideline for safe wastewater use –more than just numbers. *Irrigation and Drainage*, 2005;54:S103-S111.
9. Bitton G. Wastewater Microbiology. 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.; 1999.
10. Iranian Environmental Protection Organization: Environmental Criteria and Standards. Tehran: Dairesabz Publication; 2003 (in Persian).
11. 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.
12. Lubello C. Municipal-treated wastewater reuse for plant nurseries irrigation. *Water Research*. 2004;38:2939-47.
13. 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;20:942-45.
14. Jawbetz E. Medical Microbiology. 21st ed. USA: Appleton & Lange; 1998.
15. Crites R, Tchobanoglus G. Small and Decentralized Wastewater Management Systems. New York: McGraw-Hill Inc.; 1998.
16. Zazouli MA, Ghahramani E, Ghorbanian Alah Abad M, Nikouie A, Hashemi M. Survey of activated sludge process performance in treatment of Agghala Industrial Town wastewater in Golestan Province in 2007. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2010;3(1):59-66.
17. Mara D, Carr RM, Blumenthal UJ. Guideline for the Safe Use of Wastewater and Excreta in Agriculture. Geneva: WHO; 1989.
18. Matteus FA. Water Management and Conservation in Arid Climates. Lancaster, PA: Technomic Publishing Co.; 2000.
19. USEPA. Guidelines for Water Reuse. USA: U.S. Environmental Protection Agency; 1992.
20. Molleda P, Blanco I, Ansola G, Luis DE. Removal of wastewater pathogen indicators in a constructed wetland in Leon, Spain. *Ecological Engineering*. 2003;33:252-57.
21. Rachel M, Ayres Mara, DD. Analysis of Wastewater for Use in Agriculture-A Laboratory Manual of Parasitological and Bacteriological Techniques. Geneva: WHO; 1996.
22. Baillenger J. Mechanisms of parasitological concentration in coprology and their practical consequences. *Journal of American Medical Technology*. 1979;41:65-71.
23. 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, (in Persian).
24. Mahvi AH, Kia EB. Helminthes eggs in raw and treated wastewater in the Islamic Republic of Iran. *Eastern Mediterranean Health Journal*. 2006;12(1-2):137-43.
25. Jimenez B. Helminthes (Worms) eggs control in wastewater and sludge. *International Symposium on New Directions in Urban Water Management*; 2007 Sep 12-14; UNESCO, Paris.
26. Caccio SM, Degiacomo M, Aulicino FA, Pozio E. Giardia cysts in wastewater treatment plant in Italy. *Appl Environ Microbiol*. 2003;69(6):3393-98.
27. Amahmid O, Asmama S, Bouhoum K. Urban wastewater treatment in stabilization ponds: occurrence and removal of pathogens. *Urban Water*. 2001;4(3):252-62.