Irrigation of Public Parks with Tehran Wastewater Plants Effluent

Torabian, A. and Hashemi, F.

Assist. Prof., Dept. of Environmental Engineering,

University of Tehran, and Eng., Public Parks Organization, Tehran

Abstract

The purpose of this investigation was to use the effluent of some wastewater treatment plants for irrigation of public parks and green areas in the city of Tehran. In order to achieve the above goals, six treatemnt plants were chosen for sampling of their effluents. These palnts are Sahebgharanieh, Ghaytarieh, Zargandeh, Shush, Ekbatan, and Fakori.

The effluent sampling of these plants were carried out for six months. Samples were analyzed for pH, electrical conductivity, Na, Cl, CO_3, CO_3H, PO_4, NO_3, NO_2, NH_4, T.D.S, T.S.S, B.O.D, total coliform and nematode worms.

Department of environment and F.A.O standards were used to evaluate the quality of plants effluent. Based on sample collecton and analysis, the following conclusion can be drawn. Treated effluent of Zargandeh, Sahebgharanieh, Ghaytarieh, and Ekbatan plants were in compliance with W.H.O and F.A.O standards and therefore disinfection of the effluent must be considered.

Effluent quality Sahebgharanieh, Ekbatan and Ghaytarieh plants is much better than Shush and Fakori plants effluent.

Nematode worms criteria of Shush and Fakori plants effluent meet required standards.

آبیاری فضای سبز با پساب تصفیه شده تصفیه‌خانه‌های تهران

علی ترابیان* فلور هاشمی**

چکیده

گسترش بی‌رویه شهر تهران و آلودگی هوای آن نیاز به افزایش سرانه فضای سبز را ایجاب می‌نماید. با توجه به محدودیت منابع آبی و ضرورت استفاده بهینه از این منابع، اهمیت کاربرد پساب‌های تصفیه شده در مواردی که به کیفیت پایین‌تری از آب آشامیدنی مانند آبیاری پارک‌ها و فضای سبز نیاز است مشخص می‌گردد. از سوی دیگر کیفیت نامطلوب این پساب‌ها می‌تواند باعث مشکلات عدیده محیط زیستی گردد. لذا ارزیابی کمی و کیفی پساب‌های تصفیه شده از نقطه نظر برنامه‌ریزی و محیط زیستی از اهمیت به سزایی برخوردار است.

کاربرد مجدد پساب‌های تصفیه شده نه تنها سبب کاهش بار آلودگی منابع پذیرنده می‌گردد، بلکه به دلیل استفاده گیاهان از مواد معدنی نیتروژن‌دار و فسفر دار که اغلب به مقدار قابل توجهی در این پساب‌ها وجود دارد، ضرورت تصفیه پیشرفته که به منظور حذف این مواد قبل از تخلیه پساب به منابع پذیرنده صورت می‌گیرد منتفی می‌گردد. در این تحقیق علاوه بر بررسی کمی و کیفی پساب‌های تصفیه شده در تعدادی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب مناطق مختلف تهران، به بررسی امکان استفاده از این پساب‌ها در آبیاری فضای سبز و پارک‌ها پرداخته می‌شود این بررسی با توجه به نوع آلاینده‌های موجود در پساب‌های شهری از نقطه نظر شیمیایی و بیولوژیکی صورت گرفته است.

مقدمه

بی‌تردید فضای سبز و محیط‌زیست شهری را باید در زمره اساسی‌ترین عوامل پایداری حیات طبیعی و انسانی در شهرنشینی نوین به شمار آورد. به زبان ساده‌تر جدال پیگیری که بین کاربرد و رشد فن‌آوری از یک سو و حفظ و حراست از عناصر حیاتی همچون آب، هوا و فضای سبز از سوی دیگر در گرفته است، روز به روز حیات انسانی را به ویژه در شهرها مورد تهدید بیشتری قرار داده است. کمبود آب در ایران یکی از عوامل محدودکننده ایجاد فضای سبز است و رشد بی‌رویه جمعیت و افزایش آلودگی‌های محیطی، مسئولین و ارگان‌های دولتی را بر آن داشته است تا در پی راه‌حل‌هایی که برای رفع کمبود آب پیش‌بینی می‌شود باشند. این راه‌حل‌ها عبارتنداز:

کنترل تبخیر آب رودخانه‌ها، استفاده از منابع دوردست، شیرین کردن آب‌های شور و نهایتاً استفاده مجدد از فاضلاب.

از نظر اقتصادی تبدیل آب شور به شیرین هزینه سنگینی در بر خواهد داشت و از طرفی از ۹/۵ میلیارد مترمکعب آب مورد نیاز جمعیت سال ۱۳۹۰، ۶/۵ میلیارد مترمکعب آن به فاضلاب تبدیل می‌گردد که این مقدار فاضلاب می‌تواند تا ده‌ها

* - استادیار دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

** - کارشناس سازمان پارک‌ها

برابر حجم خود منابع آب را آلوده سازد.

در اغلب کشورهایی که با کمبود آب مواجه هستند، فاضلاب ضمن غنی بودن از نظر مواد غذایی، ارزانترین و قابل دسترس‌ترین منبع تأمین آب جهت آبیاری محسوب می‌گردد.

به منظور استفاده از پساب‌های تصفیه شده تصفیه‌خانه‌های مناطق مختلف تهران جهت آبیاری فضای سبز، کیفیت این پساب‌ها از نقطه نظر آلاینده‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی کیفیت پساب‌های تصفیه شده جهت آبیاری فضای سبز، لازم است استانداردی تعیین گردد. این استاندارد لازم است خطرات ناشی از کاربرد پساب‌ها را در بهداشت فردی و بهداشت محصولات کشاورزی در نظر بگیرد. با استفاده از رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی WHO و سازمان خواربار جهانی FAO و مقررات سازمان حفاظت محیط زیست جدول ۱ تنظیم گردید. با استفاده از این جدول کیفیت پساب‌های تصفیه‌خانه‌های مناطق مختلف تهران مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است که به نظر می‌رسد استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست و سایر سازمان‌ها نمی‌توانند اهداف فوق را به تنهایی تأمین نمایند. بر اساس جدول ۱ پارامترهایی که لازم است اندازه گیری شوند عبارتند از: هدایت الکتریکی، کلسیم، منیزیم، سدیم (برای اندازه گیری میزان نفوذپذیری)، کربنات، بی‌کربنات، کلرید، بر، ازت آمونیاکی، ازت نیتراته، فسفر به شکل فسفات، TDS، BOD، TSS، pH، کلیفرم مدفوعی و تخم انگل‌های کرمی گروه نماتود. جدول ۱ حداکثر مجاز این پارامترها را جهت آبیاری نشان می‌دهد. بعد از تنظیم جدول ۱ نمونه‌برداری از پساب تصفیه شده تصفیه‌خانه‌های قیطریه، صاحبقرانیه، زرگنده، شوش، شهرک شهید فکوری و اکباتان به منظور تعیین پارامترهای ذکر شده در جدول ۱ آغاز گردید. نمونه‌ها از کانال خروجی پساب تصفیه شده هر یک از تصفیه‌خانه‌ها برداشت شد. نمونه‌برداری در ماه‌های مختلف و به صورت ساده انجام گرفت. نمونه‌ها بین ساعت ۸/۵ تا ۱۰/۵ صبح که پساب تصفیه‌خانه تقریباً حداکثر مقدار خود را داشت برداشت شده و در کمتر از ۲ساعت به آزمایشگاه انتقال یافته است.

نمونه‌برداری اکثراً روزهای دوشنبه و به طور متوسط در هر ماه دو نمونه‌برداری صورت گرفته است.

به منظور تعیین فاکتورهای شیمیایی در پساب تصفیه شده از بطری‌های پلاستیکی ۴لیتری که قبلاً با آب مقطر شستشو شده استفاده گردید. برای نمونه‌برداری و اندازه گیری (B) از بطری‌های پلاستیکی به حجم ۱ لیتر استفاده شده است. همچنین جهت اندازه گیری پارامترهای بیولوژیکی (کلیفرم‌ها) از بطری‌های شیشه‌ای نیم لیتری که قبلاً در آزمایشگاه استریل شده بود استفاده گردید.

پارامترهای مورد سنجش در نمونه‌های پساب نهایی تصفیه‌خانه‌های تهران بدین شرح هستند: pH، کدورت، هدایت الکتریکی، BOD، COD، قلیائیت، کربنات، بی‌کربنات، فسفات، کلسیم، منیزیم، سدیم، آمونیاک، نیترات، کلرور، کل مواد جامد، مواد معلق، مواد فرار، مواد ثابت، کل کلیفرم، کلیفرم‌های مدفوعی، تخم انگل‌های کرمی گروه نماتود.

با وجود آن که واحدهای کلرزنی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب پیش‌بینی شده است ولی عملاً مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. از این رو برای ارزیابی عمل کلرزنی در کاهش میزان کلیفرم مدفوعی که پارامتر مهمی در تعیین قابلیت کاربرد پساب خروجی برای آبیاری است، محلول کلر به نمونه‌های برداشت شده اضافه گردید و میزان کلیفرم مدفوعی مجدداً اندازه گیری شد.

بحث و نتیجه گیری

میانگین نتایج اندازه گیری نمونه‌های پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌های صاحبقرانیه، قیطریه، زرگنده، شوش، اکباتان و فکوری در جدول ۲ نشان داده شده است. وضعیت میکروبیولوژیکی پساب چهار تصفیه‌خانه و وضعیت انگلی کرمی در پساب چهار تصفیه‌خانه به ترتیب در جداول ۳ و ۴ نشان داده شده است. همان طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، متوسط نتایج پارامترهای کیفی پساب از نظر آبیاری فضای سبز در محدوده مجاز قرار دارند به جز بی‌کربنات،

جدول ۱ - رهنمودهای کیفی پساب تصفیه شده جهت آبیاری فضای سبز

پارامتر[A]		مقدار حداکثر مجاز
pH		۶/۵-۸/۴
هدایت الکتریکی	EC_W	۰/۷
نسبت جذب سدیم تنظیم شده	adj.SAR	۳[B]
سدیم	Na	۷۰[C]
کلرید	Cl	۱۰۰[D]
بُر	B	۰/۷
کربنات	CO_3	۰-۳
بی‌کربنات	HCO_3	۹۰[E]
فسفات	PO_4	۵۰
نیتروژن نیترات	$N\text{-}NO_3$	
نیتروژن آمونیاکی	$N\text{-}NH_4$	مجموعاً ۵
کل مواد جامد معلق	T.S.S	۴۰
کل مواد محلول	T.D.S	۴۵۰
اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی	BOD	۳۱
کلیفرم مدفوعی		۱۰۰۰[F]
تخم انگل‌های کرمی گروه نماتود		۱[G]

A: تمام مقادیر برحسب میلی گرم در لیتر می‌باشند به جز هدایت الکتریکی (ds/m)، کلیفرم مدفوعی (MPN/100ml)، تخم انگل‌های کرمی روده‌ای (تعداد در لیتر) و pH

B: مقدار adj.SAR مندرج در جدول به ازای حداقل EC_W=۰/۷ds/m در نظر گرفته شده است. برای مقادیر بیشتر SAR میزان هدایت الکتریکی به صورت زیر تغییر خواهد نمود:

۳< daj.SAR < ۶	$EC_W \geq$ ۱/۲
۶< daj.SAR < ۱۲	$EC_W \geq$ ۱/۹
۱۲< daj.SAR < ۲۰	$EC_W \geq$ ۲/۹
۲۰< daj.SAR < ۴۰	$EC_W \geq$ ۵

C: این مقدار برای آبیاری بارانی است. برای آبیاری سطحی مقدار حداکثر مجاز بر حسب SAR برابر با ۳ می‌باشد.

D: این مقدار برای آبیاری بارانی است. برای آبیاری سطحی حداکثر مجاز ۱۴۰ میلی گرم در لیتر می‌باشد.

E: این مقدار تنها برای آبیاری بارانی است.

F: میانگین هندسی

G: میانگین حسابی

نیتروژن و کلیفرم مدفوعی که بیش از حداکثر مطلوب می‌باشند. از طرفی طبق جدول ۳ میانگین حسابی تعداد تخم انگل‌های کرمی گروه نماتود در حد قابل قبول می‌باشد. از این رو مشکل اصلی جهت آبیاری فضای سبز بالا بودن میزان کلیفرم مدفوعی است. بر اساس جدول ۱ می‌توان گفت که پساب تصفیه‌خانه‌های صاحبقرانیه، قیطریه، زرگنده و اکباتان از نظر فیزیکی و شیمیایی و میکروبی دارای کیفیت بهتری نسبت به تصفیه‌خانه‌های شوش و شهید فکوری می‌باشد. آنچه به طور شاخص باید به آن توجه شود میزان بالای کلیفرم مدفوعی در نمونه‌های پساب است که در وضعیت فعلی و بدون گندزدایی، تخلیه یا استفاده مجدد از

جدول ۲- مقایسه میانگین نتایج اندازه‌گیری نمونه‌های پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌ها با مقادیر حداکثر مجاز جهت آبیاری نامحدود

پارامتر*		تصفیه‌خانه						حداکثر مجاز
		صاحبقرانیه	قیطریه	زرگنده	شوش	اکباتان	فکوری	
pH		۷/۶	۷/۶	۷/۶	۷/۷	۷/۵	۷/۶	۶/۵-۸/۴
هدایت الکتریکی		۷۰۶	۶۷۳	۷۷۰	۹۳۳	۵۵۹	۸۵۵	۰/۷
سدیم	Na	۴۸/۷	۶۱	۶۳/۵	۱۰۵/۲	۳۱/۸	۵۸	۷۰**
نسبت جذب سدیم		۱/۸۴	۲/۳۶	۲/۴۵	۳/۴۳	۰/۹۵	۲/۲۷	۳
کلرید	Cl	۵۷/۲	۶۴/۸	۷۴	۱۱۵/۵	۵۲/۴	۶۸	۱۰۰٪
بُر	B	۰/۲۰۱	۰/۱۷۹	۰/۱۶۸	۰/۱۷۵	۰/۱۷۲	۰/۱۷۷	۰/۷
کربنات	CO_3	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	۰-۳
بی‌کربنات	HCO_3	۲۲۶	۲۰۱	۲۱۷	۲۴۶	۱۳۴	۳۰۵	۹۰#
فسفات	PO_4	۱۳/۸	۱۲/۶	۱۰/۷	۱۵/۴	۵۶/۱	۷۰	۵۰
نیتروژن نیترات	$N\text{-}NO_3$	۲/۱	۵/۱	۲/۵	۵/۹	۳/۳	۴/۴	مجموعاً ۵
نیتروژن آمونیاکی	$N\text{-}NH_3$	۱۰/۹	۶/۳	۱۱/۱	۱۵/۶	۱۰/۷	۱۸/۳	
کل مواد معلق	T.S.S	۲۳	۱۴/۷	۱۹	۲۱	۲۲	۲۹	۴۰
کل مواد محلول	T.D.S	۳۹۲	۴۵۷	۴۸۴	۵۳۲	۳۹۹	۴۷۸	۴۵۰
اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی	BOD	۲۶	۲۵	۳۰	۲۹	۲۸	۴۹	۳۰
کلیفرم مدفوعی، میانگین هندسی		$۷/۳\times۱۰^۵$	۳×۱۰^۵	$۱/۷\times۱۰^۵$	$۱/۶\times۱۰^۵$	$۴/۶\times۱۰^۵$	۱۱×۱۰^۶	۱۰۰۰

*: تمام مقادیر بر حسب میلی‌گرم در لیتر می‌باشند به جز هدایت الکتریکی (ds/m)، کلیفرم مدفوعی (MPN/۱۰۰ml) و pH

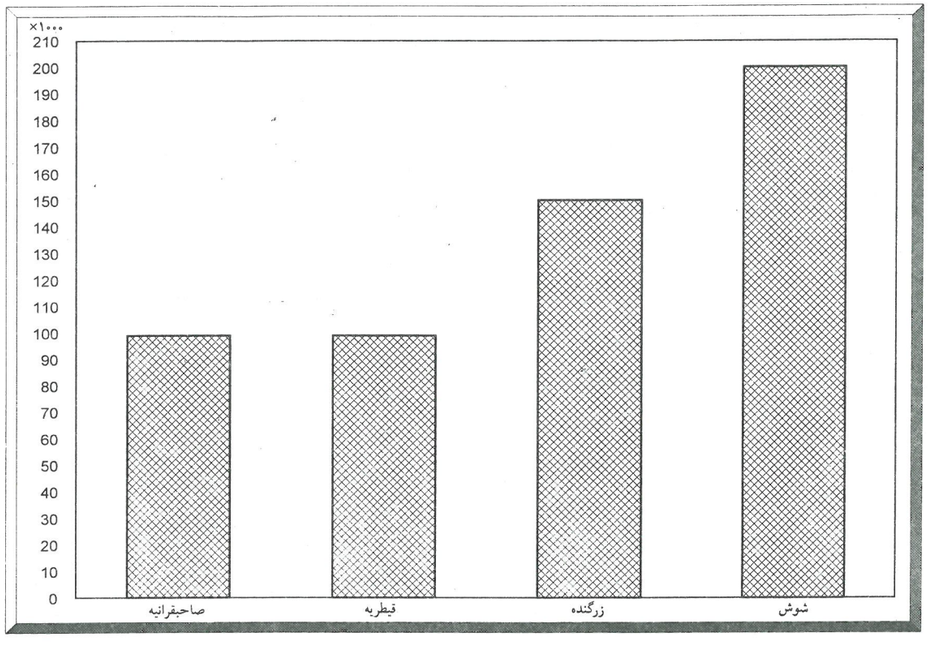
**: این مقدار برای آبیاری بارانی است. برای آبیاری سطحی حداکثر مجاز بر حسب SAR برابر با ۳ می‌باشد.

٪: این مقدار برای آبیاری بارانی است. برای آبیاری سطحی حداکثر مجاز ۱۴۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد.

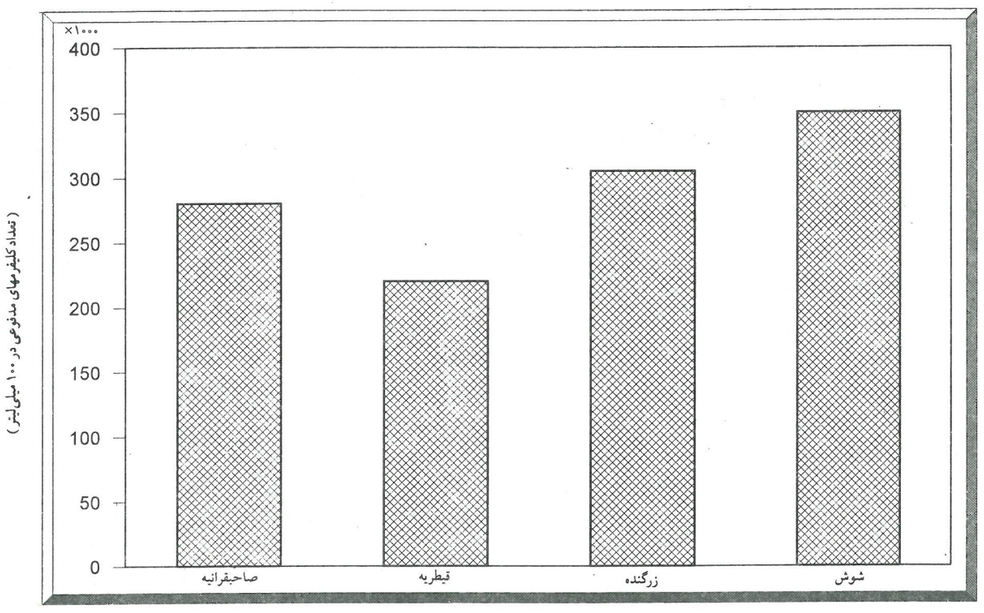
#: این مقدار تنها برای آبیاری بارانی است.

جدول ۳- وضعیت انگلی کرمی در پساب چهار تصفیه‌خانه فاضلاب اجتماعات کوچک موجود در نقاط مختلف تهران در سال ۱۳۷۳

نام تصفیه‌خانه / انگل‌های کرمی	صاحبقرانیه		قیطریه		زرگنده		شوش	
	خام	تصفیه‌شده	خام	تصفیه‌شده	خام	تصفیه‌شده	خام	تصفیه‌شده
آسکاریس	۱۶	صفر	۱۵	۱	۱۴	صفر	۶۸	۱
هیمنولپس نانا	۶	۲	۱	۱	۵	۳	۲۵	۵
کرم قلابدار	۲	صفر	۳	صفر	۳	صفر	۱۳	۱
تریکوریس تریکورا	۷	۱	۹	صفر	۴	۱	۴۵	۱
لارو استرونژیلوئیدس								
استرکورالیس	۱	صفر	صفر	صفر	۲	صفر	۲	صفر
انتروبیومس و رمیکولاریس	۳	۱	۱	صفر	۷	صفر	۱۲	۲
تنیاساژی ناتا	۶	۱	۳	صفر	۸	۲	۱۵	۳
جمع کل	۴۱	۵	۳۲	۲	۴۳	۶	۱۸۲	۱۴
جمع گروه نماتود	۲۶	۱	۲۷	۱	۲۳	۱	۱۲۸	۲



نمودار ۱- میانگین هندسی مقادیر کلیفرم گوارشی در پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌ها قبل از کلرینا سیون



نمودار ۲- میانگین هندسی مقادیر کلیفرم گوارشی در پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌ها قبل از کلرینا سیون

جدول ۴- وضعیت میکروبیولوژیکی چهار تصفیه‌خانه فاضلاب اجتماعات کوچک موجود در نقاط مختلف تهران در سال ۱۳۷۳

واحد تصفیه‌خانه	میانگین حسابی تعداد تخم انگل‌های کرمی گروه نماتود در لیتر		شاخص MPN در ۱۰۰ میلی‌لیتر فاضلاب خام		میانگین هندسی شاخص MPN در ۱۰۰ میلی‌لیتر پساب تصفیه شده		میانگین شاخص MPN درصد میلی‌لیتر بعد از گندزدایی با پرکلرین	
	خام	تصفیه شده	کل کلیفرم	کلیفرم مدفوعی	کل کلیفرم	کلیفرم مدفوعی	کل کلیفرم	کلیفرم مدفوعی
صاحبقرانیه	۲۵	۱	۲۶×۱۰^{۶}	۸×۱۰^{۶}	۶×۱۰^{۵}	$۱۰^{۵}$	۵۰۰	۲۸۰
قیطریه	۲۷	۱	۲۴×۱۰^{۶}	۷×۱۰^{۶}	$۵/۵\times۱۰^{۵}$	$۱۰^{۵}$	۹۰۰	۲۲۰
زرگنده	۲۳	۱	۲۶×۱۰^{۶}	۸×۱۰^{۶}	$۶/۵\times۱۰^{۵}$	$۱/۵\times۱۰^{۵}$	۱۶۰۰	۳۰۰
شوش	۱۲۸	۳	۲۸×۱۰^{۶}	۹×۱۰^{۶}	۷×۱۰^{۵}	۲×۱۰^{۵}	>۱۶۰۰	۳۵۰

پساب کلیه تصفیه‌خانه‌ها را ناممکن می‌سازد. ضمناً تخم انگل‌های کرمی گروه نماتود پساب تصفیه‌خانه‌های صاحبقرانیه، زرگنده و قیطریه در حد استاندارد بوده و تنها پساب تصفیه‌خانه شوش از این نظر با مشکل روبرو است.

برای ارزیابی عمل کلرزنی در کاهش کلیفرم‌های پساب به چهار نمونه از پساب‌های خروجی از تصفیه‌خانه‌های صاحبقرانیه، قیطریه، زرگنده و شوش، پرکلرین اضافه گردید و سپس کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی مورد سنجش قرار گرفت که میانگین نتایج در جدول ۴ و نمودارهای ۱ و ۲ نشان داده شده است. می‌توان نتیجه گرفت که پساب‌های خروجی تصفیه‌خانه‌های صاحبقرانیه، قیطریه، زرگنده و اکباتان پس از کلرزنی با توجه به جدول ۱که بر اساس رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی، سازمان خواربارهای جهانی و مقررات سازمان حفاظت محیط زیست تدوین شده می‌توانند به مصرف آبیاری فضای سبز برسند.

منابع و مراجع

۱- هاشمی، ف، ۱۳۷۳، ارزیابی کمی و کیفی آبیاری فضای سبز توسط پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی.

2- AWWA Research Foundation, (1985). " *Future of Water Reuse* ", Proceeding of Water Reuse Symposium, Volume 3.

3- Imandel, K. et al. (1992). " *Engelberg Guidelines Value Survey of Small Communities Sewage Treatment Works Effluents in Different Areas of Tehran* ", Proceeding of the 2nd Intrernational Conference on Environmental Planning and Management, Tarbiat Modarres University.

4- Mara, D. (1989). " *Guidelines for the Safe Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture* ", WHO, Geneva.

5- IRCWD, (1985). " *Health Aspects of Wastewater and Excreta Use in Agriculture and Aquaculture* ", the Engelber Report NEWS, 23:11-9.

6- Bryan, F. L. (1977). " *Disease Transmitted by Food Contaminated by Wastewater* ", Journal of Food Protection, Vol. 40, No.1.

7- Grove, P., and Asano, T. (1985). " *Irrigation with Reclaimed Municipal Wastewater* ", Lewis Publisher Inc., MI, USA.