Investigation into the Removal of Nematods Eggs in Influent and Effluent of Shoosh Wastewater Treatment Plant

Miranzadeh, M.B. (Ph.D), Kashan University of Medical Sciences
Mahmoudi, S. (M.Sc), Tehran Wastewater Company, World Bank Projects Director

Abstract

The reuse of reclaimed wastewater has been increasing over the past decade, especially in arid and semiarid regions where reclaimed wastewater is used to conserve valuable potable water supplies. Careful consideration must be given to the hazards to health that may arise from the reuse of sewage, the hazards to health can be reduced by the treatment of sewage before use in agriculture. Conventional wastewater treatment processes such as activated sludge are generally very effective at removing nematodes eggs by sedimentation.

WHO guidelines stated that the wastewater treatment system should produce an effluent with less or equal to one intestinal nematode egg per litre and less or equal to 1000 faecal coliforms per 100 ml to permit its reuse in unrestricted irrigation.

In this research the efficiency of Shoosh Wastewater Treatment Plant (SWTP) in removal of nematods Eggs was investigatigated for eleven months during the years of 2000-2001. SWTP operates on activated sludge process and the grab samples of raw wastewater and effluent of system were taken daily every morning. Intestinal nematode eggs were counted according to standard method (APHA, 1995).

The mean concentration of nematode eggs namely, Ascaris lumbricoides, Trichuris churia, Enterobios vermicularis and Hook worms were 4.4, 0.5 , 0.9 and 1.1 eggs per litre, in raw sewage respectively. The concentration of total nematode eggs in raw sewage was 6.8 eggs per litre. The results of research showed that no nematode eggs were present in the final effluent throughout the period. Thus the effluent quality suitable for reuse in unrestricted irrigation. The results showed that activated sludge processes may remove 100 percent of influent intestinal nematode eggs.

بررسی تعداد تخم نماتودها در فاضلاب ورودی و پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک شوش تهران در سال ۷۹-۱۳۷۸

(دریافت ۸۰/۸/۲۰ پذیرش ۸۱/٤/۱۰)

محمد باقر میران‌زاده* سیروس محمودی**

چکیده

استفاده مجدد از فاضلاب‌های تصفیه شده (پساب) به عنوان یک منبع ارزشمند آب برای مصارف مختلف از جمله کشاورزی و آبیاری فضای سبز یکی از اهداف مهم تصفیه فاضلاب می‌باشد. یکی از شاخص‌هایی که به منظور استفاده مطمئن و سالم از پساب برای مصارف کشاورزی و فضای سبز قابل کاربرد است، کنترل کیفیت میکروبی آن می‌باشد، که در این رابطه از سوی سازمان بهداشت جهانی شمارش تعداد کلیفرم‌های مدفوعی و تخم نماتودها به عنوان شاخص معرفی شده است. این تحقیق به مدت ۱۱ ماه از اسفندماه ۷۸ لغایت دی‌ماه ۷۹ در تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک شوش تهران به منظور بررسی تعداد تخم نماتودها و درصد زدایش آن‌ها در حین مراحل تصفیه انجام گرفت. در شهرک شوش تهران فرآیند تصفیه، از نوع لجن فعال با هوادهی گسترده می‌باشد. در طول مدت تحقیق، به طور روزانه نمونه‌برداری ساده از فاضلاب ورودی و پساب خروجی تصفیه‌خانه انجام شد و نمونه‌ها برای شمارش تعداد تخم نماتودها شامل آسکاریس لمبریکوئیدس، کرم‌های قلابدار، تریکوریس تریکوریا و انتروبیوس ورمیکولاریس به آزمایشگاه منتقل گردید. نتایج تحقیق نشان داد که میانگین تعداد تخم نماتودها، در فاضلاب ورودی ٦/٨ عدد در لیتر بوده که حداکثر آن مربوط به آسکاریس لمبریکوئیدس به میزان ٤/٤ عدد در لیتر می‌باشد. نتایج شمارش تخم نماتودها بر روی پساب خروجی از تصفیه‌خانه نیز نشان داد که در هیچ‌کدام از نمونه‌ها تخم نماتودی مشاهده نشده است که تأیید کننده زدایش کامل تخم نماتودها می‌باشد. عدم وجود تخم نماتودها در پساب خروجی، نشان دهنده این است که، پساب از نظر کیفیت میکروبی با شاخص انگلبرگ (تعداد تخم نماتود مساوی یا کمتر از یک عدد در لیتر) مطابقت داشته و از آن می‌توان بدون هیچ‌گونه محدودیتی برای مصارف کشاورزی و آبیاری فضای سبز استفاده نمود.

کلمات کلیدی : تخم نماتودها، پساب، شاخص انگلبرگ، هوادهی گسترده.

مقدمه

یکی از اهداف مهم تصفیه فاضلاب، استفاده مجدد از پساب تولیدی برای مصارف کشاورزی و آبیاری فضای سبز و پارک‌های جنگلی می‌باشد. کمبود منابع آب و وجود خشکسالی‌های پی در پی از یک طرف و افزایش جمعیت و تناسب آن با افزایش مصرف آب از طرف دیگر سبب شده که به پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به عنوان یک منبع ارزشمند آب برای مصارف مختلف نگریسته شود. شکی نیست که یکی از مشکلاتی که در حال حاضر شهر تهران با آن مواجه می‌باشد، کمبود منابع آب است. یکی از گزینه‌هایی که برای کاهش مصرف منابع آب شرب تهران وجود دارد، کاربرد فاضلاب‌های تصفیه شده (پساب) برای مصارف غیر شرب همچون آبیاری پارک‌ها و فضاهای سبز می‌باشد که آنچه در این ارتباط دارای اهمیت است، مناسب بودن کیفیت میکروبی پساب و منطبق بودن آن با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) است [۱، ۲ و ٤]. 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، به ویژه در مواردی که پساب برای آبیاری صیفی‌جات و سبزیجات و آبیاری فضای سبز عمومی و پارک‌ها به کار برده شود [٤ و ٥].

* استادیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

** مدیر واحد مدیریت پروژه بانک جهانی، شرکت فاضلاب تهران

از طرف دیگر پساب فاضلاب، به دلیل دارا بودن مواد مغذی همچون ازت و فسفر، برای رشد گیاهان و فضای سبز بسیار مفید بوده و به واسطه‌ی دارا بودن مواد آلی، سبب بهبود کیفیت بافت خاک نیز خواهد شد. مطالعات نشان داده که در شرایط مشابه، آبیاری زمین‌های کشاورزی با پساب، سبب افزایش بازده محصولات کشاورزی به میزان ٤۰ تا ٥۰ درصد نسبت به استفاده از آب خام و کودهای شیمیایی می‌شود [۳، ۷ و ۸].

به منظور زدایش عوامل آلاینده موجود در فاضلاب از جمله مواد آلی و عوامل بیماریزا، می‌باید فاضلاب‌ها را تصفیه نمود. فرآیندهای متفاوتی از جمله لجن فعال، برکه‌های تثبیت، لاگون هوادهی و صافی‌های چکنده در این رابطه وجود دارد، که یکی از متداول‌ترین فرآیندی تصفیه، لجن فعال است. هوادهی گسترده یکی از فرم‌های اصلاح شده فرآیند لجن فعال است که زمان هوادهی و زمان ماند میکروبی آن بالا بوده و نیاز به تانک ته‌نشینی اولیه ندارد [۱، ٥ و ۱۰].

مکانیسم زدایش تخم انگل‌ها در حین فرآیندهای تصفیه فاضلاب متفاوت است. مهم‌ترین آن‌ها رسوب ته‌نشینی به واسطه‌ی بالا بودن چگالی، در اثر نیروی وزن، به دام افتادن در لخته‌های بیولوژیک و لجن فعال و غیر فعال شدن در اثر نامساعد بودن شرایط محیطی می‌باشد [۱، ٤ و ۱٤]. در برکه‌های تثبیت فاضلاب به دلیل طولانی بودن زمان ماند، راندمان زدایش تخم انگل‌ها بسیار بالا بوده و به میزان ۱۰۰٪ درصد نیز می‌رسد [۱۲ و ۱۳].

مطالعات و بررسی مراجع نشان می‌دهد که درصد زدایش تخم انگل‌ها در صافی‌های چکنده تا ۹۹ درصد، در لاگون‌های هوادهی تا ۹۹/۹ درصد، در لجن فعال تا ۹۹ درصد و در برکه‌های تثبیت تا ۱۰۰ درصد می‌رسد که در هر یک از این فرآیندها راندمان زدایش تابعی از مشخصات فاضلاب و ضوابط طراحی تصفیه‌خانه بوده و می‌تواند دارای نوسانات زیادی باشد [۱، ۳، ۱۲، ۱۳ و ۱٤].

مواد و روش‌ها

شهرک شوش در جنوب شهر تهران حد فاصل بزرگراه بعثت و آزادگان قرار دارد و دارای جمعیتی حدود ٤۰۰۰۰ نفر می‌باشد، که با توجه به مشکلات مربوط به دفع فاضلاب در این شهرک، در سال ۱۳٥٥ تصمیم به احداث تصفیه‌خانه فاضلاب گرفته شد و در حال حاضر در حدود ۲٥ سال از زمان احداث آن می‌گذرد. فرآیند این تصفیه‌خانه از نوع لجن فعال با هوادهی گسترده است و واحدهای آن به ترتیب شامل آشغالگیری، تانک هوادهی، ته‌نشینی ثانویه و کلرزنی می‌باشد. از پساب خروجی تصفیه‌خانه برای آبیاری فضای سبز و پارک‌های اطراف تصفیه‌خانه استفاده می‌شود. مشخصات هر یک از واحدهای تصفیه‌خانه شهرک شوش به شرح زیر است :

- دبی :

متوسط دبی ورودی به تصفیه‌خانه ۳۷٦۰ مترمکعب در روز

- آشغالگیر :

- نوع دستی
- فاصله بین میله‌ها ۳۰ میلی‌متر
- زاویه نصب ٦۰ درجه

- حوض هوادهی :

- تعداد ٤ واحد
- ابعاد هر حوض ۳/٥ × ۱۹/٥ × ۱۹/٥ متر
- حجم مفید هر حوض ۱۳۳۰ مترمکعب
- متوسط زمان هوادهی فاضلاب ۳۳ ساعت
- زمان ماند میکروبی ۳۰ روز
- تعداد هواده‌ها یک دستگاه در هر حوض به قدرت ۳۷ کیلووات

- تانک ته‌نشینی ثانویه :

- تعداد ۳ واحد
- قطر ۱٤/٥ متر
- عمق ۳/٥ متر
- زمان ته‌نشینی ۱۱ ساعت
- میزان بار سطحی ۷/٦ مترمکعب در مترمربع در روز

لجن مازاد تصفیه‌خانه نیز ابتدا بر روی بسترهای شنی پخش شده و پس از خشک شدن به بیرون از تصفیه‌خانه منتقل می‌شود. این تحقیق به منظور بررسی تعداد تخم نماتودها در فاضلاب خام و درصد زدایش آن در حین مراحل تصفیه، از اسفند ۷۸ لغایت دی ماه ۷۹، به مدت ۱۱ ماه، از طریق شرکت فاضلاب تهران انجام گرفت. در طول مدت تحقیق هر روز صبح و بعدازظهر در واحد آشغالگیر از فاضلاب ورودی و در محل کانال خروجی بعد از ته‌نشینی ثانویه از پساب خروجی نمونه‌برداری ساده صورت گرفت. حجم برداشت هر کدام یک لیتر بود، نمونه‌ها برای انجام آنالیز از نظر تخم نماتودها به

آزمایشگاه شرکت آب و فاضلاب تهران منتقل شد. بر روی نمونه‌ها آزمایش شمارش تخم نماتودها شامل آسکاریس لمبریکوئیدس، کرم‌های قلابدار، تریکوریس تریکوریا و آنتروبیوس و رمیکولاریس براساس روش Leeds I و توسط کارشناسان ارشد آزمایشگاه شرکت آب و فاضلاب استان تهران انجام گرفت [٦].

نتایج

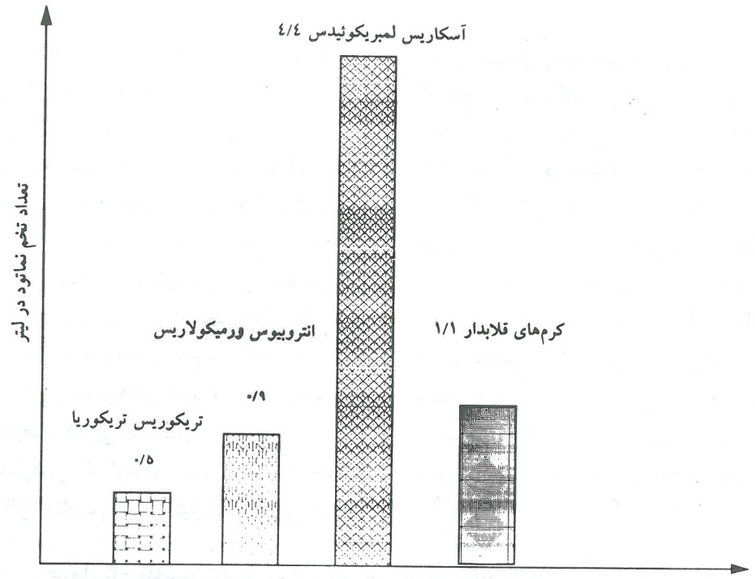
این تحقیق در بر روی ١٢٦٨ نمونه در مدت ١١ ماه انجام گرفت. در جدول ١ میانگین ماهانه تعداد تخم نماتودها به تفکیک ماه و نوع نماتودها در فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه ارائه شده است و نشان می‌دهد که بیشترین تعداد تخم نماتودها مربوط به آسکاریس لمبریکوئیدس در فروردین ماه و به تعداد ٩/١ عدد در لیتر مشاهده شده است. در جدول ٢ نیز حداکثر مطلق تعداد تخم نماتودها به تفکیک ماه و نوع نماتودها در فاضلاب خام ورودی ارائه شده است و نشان می‌دهد که حداکثر مطلق تعداد تخم نماتودها مربوط به تریکوریس تریکوریا در خرداد ماه و به تعداد ٩٠ عدد در لیتر وجود داشته است. در نمودار ١ نیز مقایسه میانگین ١١ ماهه تخم نماتودها به تفکیک نوع نماتود نشان داده شده است.

جدول ١- میانگین ماهانه تعداد تخم نماتودها به تفکیک ماه و نوع نماتودها در فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک شوش تهران در سال ٧٩-٧٨.

تاریخ	تعداد نمونه	تریکوریس تریکوریا	انتروبیوس ورمیکولاریس	آسکاریس لمبریکوئیدس	کرم‌های قلابدار	کل تعداد
اسفند ٧٨	١١٢	١±٠/٣	٠/٨ ±٠/٤	٥/٣±٢/٦	١/٦ ±٠/٩	٨/٧
فروردین ٧٩	١٢٠	٠/٤±٠/١٨	٠/٥ ±٠/٢٤	٩/١ ±٣/٢	٠/٧ ±٠/٣	١٠/٧
اردیبهشت ٧٩	١٢٠	١/٤±٠/٩	٠/٧±٠/٣	٤/١±١/٩	٠/٧±٠/٣١	٦/٩
خرداد ٧٩	١٢٠	٠/٢±٠/١	٠/٩±٠/٤	٤/٦±١/٩	١/١±٠/٥	٦/٨
تیر ٧٩	١٢٠	٠/١±٠/٠٥	٠/٧±٠/٢٥	١/٦±٠/٨	٠/٤±٠/٢	٢/٨
مرداد ٧٩	١٢٤	٠/٢±٠/٠٩	١/١±٠/٤	١/٣±٠/٥	٠/٧±٠/٣	٣/٣
شهریور ٧٩	١٢٠	٠/٢±٠/٠٧	١/١±٠/٣٩	٤/١±١/٧	٠/٣±٠/٠٩	٥/٧
مهر ٧٩	١٢٠	٠/٦±٠/٢٥	١±٠/٢	٢/٣±١/١	٠/٩±٠/٢	٤/٨
آبان ٧٩	١٢٠	٠/٩±٠/٤٥	١/٩±٠/٤٥	٦/٨±٢/٢	٤/١±٢/١	١٣/٧
آذر ٧٩	٩٢	٠/٢±٠/٠٦	٠/٧±٠/٣٤	٣/٦±١/٥	٠/٥±٠/٢	٥
دی ٧٩	١٠٠	٠/٤±٠/١٥	٠/٢±٠/٠٨	٥/٢±٢/١	٠/٣±٠/١٣	٦/١
میانگین ١١ماهه	-	٠/٥±٠/٣	٠/٩±٠/٤	٤/٤±٢	١/١±١	٦/٨±٣

جدول ٢- حداکثر مطلق تعداد تخم نماتودها به تفکیک ماه و نوع نماتودها در فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک شوش تهران در سال ٧٩-٧٨.

تاریخ	تریکوریس تریکوریا	انتروبیوس ورمیکولاریس	اسکاریس لومبریکوئیدس	کرم‌های قلابدار
اسفند ٧٨	٢٢	١٦	٦٦	٥٥
فروردین ٧٩	٧	١٢	٥٤	٢٠
اردیبهشت ٧٩	١٨	١٤	٢٢	١٥
خرداد ٧٩	٩٠	١٢	٣٧	٢٠
تیر ٧٩	٧	١٨	١٧	١٤
مرداد ٧٩	١٠	٢٥	١٦	٢٠
شهریور ٧٩	٨	١٥	٤٨	٥
مهر ٧٩	١٢	١٢	١٦	١٥
آبان ٧٩	١٢	٢٠	٨٠	٤٠
آذر ٧٩	٩	٨	٦٠	١٠
دی ٧٩	١٥	١٠	٤٥	٧



نمودار ١- مقایسه میانگین ١١ ماهه تعداد تخم نماتودها در فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک شوش تهران.

در پساب خروجی از تصفیه‌خانه نیز در هیچ یک از نمونه‌ها تخم نماتودی مشاهده نشده است به عبارت دیگر در پساب خروجی تعداد تخم نماتودها برابر صفر بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ١ تعداد کل تخم نماتودها در فاضلاب ورودی در طول ١١ ماه بین ٢/٨ تا ١٣/٧ عدد در لیتر در نوسان بوده که بیشترین تعداد در آبان‌ماه و کمترین تعداد در تیرماه وجود داشته است. از طرف دیگر میانگین ١١ ماهه تعداد تخم نماتودها (نمودار ١) شامل تریکوریس تریکوریا، انتروبیوس ورمیکولاریس، آسکاریس لمبریکوئیدس و کرم‌های قلابدار به ترتیب ٠/٥، ٠/٩، ٤/٤ و ١/١عدد در لیتر بوده که بیشترین تعداد مربوط به آسکاریس لمبریکوئیدس و کمترین تعداد مربوط به تریکوریس تریکوریا می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد که در حال حاضر نیز آلودگی به کرم آسکاریس در سطح جامعه بالاتر از بقیه انگل‌ها می‌باشد. اطلاعات ارائه شده در جدول ٢ نشان می‌دهد که تعداد تخم نماتودها در نمونه‌های لحظه‌ای دارای نوسانات زیادی بوده به طوری‌که در مورد آسکاریس لومبریکوئیدس و تریکوریس تریکوریا حداکثر تعداد لحظه‌ای آن به ترتیب به ٨٠ و ٩٠ عدد در لیتر رسیده است. نتایج آزمایشات انجام گرفته بر روی نمونه‌های پساب خروجی از تصفیه‌خانه نیز نشان می‌دهد که در هیچ کدام از نمونه‌ها تخم نماتودی مشاهده نشده است. این امر نشان دهنده این است که تصفیه‌خانه قابلیت زدایش کامل تخم نماتودها را دارا می‌باشد.

فیچم[1] و همکاران گزارش نموده‌اند که فرآیند لجن فعال قابلیت زدایش تخم انگل‌ها را به میزان حداکثر ٩٩ درصد دارا می‌باشد [١٤].

دونالد و راو[2] نشان دادند که در ته‌نشینی اولیه با زمان ماند ٢ ساعت در حدود ٩٩ درصد تخم انگل‌ها قابل زدایش می‌باشد [١].

ماتیوس[3] و همکاران گزارش نمودند که در ته‌نشینی اولیه حداکثر ٩٩ درصد و در فرآیند لجن فعال نیز حداکثر ٩٩ درصد تخم انگل‌ها قابل زدایش می‌باشد [١٣].

شوال[4] و همکاران نشان دادند که در ته‌نشینی اولیه تا ٩٠ درصد و در فرآیند لجن فعال تا ٩٩ درصد تخم انگل‌ها را می‌توان زدایش نمود [١].

اگرچه در هیچ یک از مراجع زدایش کامل تخم انگل‌ها (١٠٠درصد) توسط فرآیند لجن فعال گزارش نشده است

[1] Feachem
[2] Donald and Rowe
[3] Matteus
[4] Shuval

ولی این تحقیق نشان داد که در تصفیه‌خانه شهرک شوش با زمان هوادهی ۳۳ ساعت و زمان ته‌نشینی ۱۱ ساعت در تانک ته‌نشینی ثانویه، پساب خروجی عاری از تخم نماتودها می‌باشد که نشان دهنده ۱۰۰ درصد کارآیی است و علت آن را می‌توان به طولانی بودن زمان ته‌نشینی در تانک ته‌نشینی ثانویه و پایین بودن تعداد تخم نماتودها در فاضلاب ورودی نسبت داد. علاوه بر این آنچه در تمام مراجع در خصوص کارآیی فرآیند لجن فعال ذکر شده، تماماً مربوط به تخم انگل‌ها به طور عام می‌باشد و در مورد تخم نماتودها که زیر مجموعه‌ی تخم انگل‌ها می‌باشند به طور اختصاصی درصد کارایی مشخصی ارائه نشده است.

یکی از شاخص‌هایی که توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) به منظور مناسب بودن کیفیت میکروبی پساب برای آبیاری زمین‌های کشاورزی و فضای سبز ارائه شده شاخص انگلبرگ می‌باشد که در این شاخص دو پارامتر کلیفرم‌های مدفوعی و تخم نماتودها مورد توجه قرار گرفته است که در جدول ۳ ارائه شده است [۱، ۲، ۷ و ۸].

با توجه به جدول ۳ و نتایج به دست آمده از آنالیز نمونه‌های پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک شوش می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از پساب آن از نظر تخم نماتودها هیچ گونه محدودیتی برای کاربرد آن جهت آبیاری محدود و نامحدود دارا نبوده و از پساب آن به طور مطمئن و سالم می‌توان در کشاورزی استفاده نمود.

برای دستیابی به استاندارد مربوط به کلی‌فرم‌های مدفوعی، پساب را بایستی گندزدایی نمود [۱، ۱۰، ۱۳، ۱٤].

جدول ۳- مقایسه کیفیت پساب خروجی از تصفیه‌خانه شوش با شاخص انگلبرگ.

نوع آبیاری	تخم نماتود (تعداد در لیتر)	کلیفرم مدفوعی (تعداد در لیتر)	پساب خروجی از تصفیه‌خانه شوش
آبیاری نامحدود شامل استفاده از پساب برای آبیاری سبزیجات، صیفی‌جات و فضای سبز	<۱	<۱۰۰۰۰	۰
آبیاری محدود شامل درختان و علوفه گیاهان تجاری و پارک‌های جنگلی	<۱	توصیه نشده*	۰

* در این خصوص تصفیه‌ای معادل برکه‌های تثبیت با زمان ماند ۸ تا ۱۰ روز باید بر روی فاضلاب انجام شود.

منابع و مراجع

1- Donald, R., and Rowe, I., (1995). "*Handbook of Wastewater Reclamation and Reuse*", CRC Press.
2- Tchobanoglous, G., (1991). "*Wastewater Engineering* ",Mc Graw-Hill, New York.
3- Gabriel, B., (1999). "*Wastewater Microbiology* ",John Wiley & Sons Publication, U.S.A.
4- Jawbetz, E., (1998). "*Medical Microbiology*", 21th., ed., Appleton & Lange.
5- Crites, R., and Tchobangolous, G., (1998). "*Small and Decentralized Wastewater Management Systems*",WCB, Mc Graw-Hill, New York.
6- APHA/AWWA/WPCF., (1995). "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*",19th. ed. Washington D.C., U.S.A.
7- IAWQ., (1993). "*Waste Stabilization Pond and Effluent Reuse*",2nd IAWQ International Specialist Conference Proceeding, California, U.S.A.
8- WHO., (1987). "*Waste Stabilization Pond*",WHO, EMRO Thechnical Publication, No. 10, Alexanderia.
9- Sherwood , C.R., (1994). "*Natural Systems for Wastewater Treatment* ", IAWQ, U.K.
10- Arcievala, S., (1991). "*Wastewater Treatment for Pollution Control*", Mc Graw-Hill, New Delhi.
11- Mara,D, and .Pearson, H., (1998). "*Design Manual for Waste Stabilization Pond in Mediterranean Countries*", European Investment Bank, Leeds, London.
12- USEPA., (1992). "*Guidelines for Water Reuse*", U. S. Environmental Protection Agency, U.S.A.
13- Matteus, F.A., (2000). "*Water Management and Conservation in Arid Climates*", Technomic Publishing, U.S.A.
14- Mara, D., (1989). "*Guideline for the Safe Use of Wastewater and Excereta in Agriculture*", WHO.