یادداشت فنی

امکان سنجی استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه بیمارستان آتیه سازان همدان برای آبیاری فضای سبز

محمد بینواپور[۱] علی سبزواری[۲] مهدی فرزادکیا[۳] شقایق امیدی[۴]
علی کولیوند[۱] همزه ظفری‌پور[۵] ابوالفضل محمدطاهری[۴]

(دریافت ۸۵/۸/۲۸ پذیرش ۸۶/٤/۲۵)

چکیده

فاضلابهای بیمارستانی یکی از انواع فاضلابهای شهری است که با توجه به منبع تولید آن ممکن است حاوی عوامل پاتوژن و میکروارگانیسم‌های مختلف باشد. در صورتی که این فاضلابها به نحو مناسبی تصفیه شوند، می‌توان از پساب آنها برای مصارف آبیاری استفاده نمود. در این راستا امکان سنجی استفاده مجدد از پساب تصفیه خانه فاضلاب بیمارستان آتیه سازان در شهر همدان برای آبیاری فضای سبز بیمارستان مورد توجه قرار گرفت. سیستم تصفیه موجود، فرآیند لجن فعال از نوع هوادهی گسترده می باشد. دبی متوسط فاضلاب بیمارستان حدود ۱۵۰ مترمکعب در روز است. در این تحقیق ضمن بررسی عملکرد تصفیه خانه فاضلاب بیمارستان آتیه سازان، پارامترهای کیفی فاضلاب خام و پساب اندازه گیری شده است. بر اساس آزمایش‌های به عمل آمده مقدار میانگین پارامترهای pH حدود ۷/۱، BOD حدود ۲۳۸ میلی‌گرم بر لیتر، COD در حدود ۳۵۲ میلی‌گرم بر لیتر، MPN برای کل کلیفرم در حدود $۵/۵\times۱۰^{۶}$ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر و تخم انگل و نماتودها در فاضلاب خام ۲۳٤۰ عدد در لیتر بوده است. میانگین مقادیر پارامترهای pH حدود ۷/۵، BOD حدود ۳۵میلی‌گرم بر لیتر، COD حدود ۷۷ میلی‌گرم بر لیتر، MPN برای کل کلیفرم ۱۵٦۱ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر، تخم انگل و نماتودها ۵۷۵ عدد در لیتر و درصد سدیم برابر ٦۱، در پساب خروجی بوده است. بر این اساس راندمان سیستم در حذف BOD، COD و MPN به ترتیب ۸۵/۳، ۷۸/۲ و ۹۹/۹۷ درصد بوده است. کیفیت فاضلاب تصفیه شده در مقایسه با استانداردهای موجود برای استفاده مجدد در فضای سبز از نظر کلیه پارامترها به جز درصد سدیم و MPN برای کل کلیفرم و تخم انگل و نماتود مطابقت دارد.

واژه‌های کلیدی: لجن فعال، هوادهی گسترده، استفاده مجدد، پساب، آبیاری، فضای سبز.

Investigation of Irrigation Reuse Potential of Wastewater Treatment Effluent from Hamedan Atieh-Sazan General Hospital

Mohammad Binavapour[1] Ali Sabzevari[2] Mehdie Farzadkia[3] Shaghaegh Omidi[4]
Ali Kulivand[1] Hamze Zafaripour[4] Abolfazl Mohammad Taheri[4]

(Received Nov. 19, 2006 Accepted July. 16, 2007)

Abstract

Hospital wastewater is a type of municipal wastewater which may contain pathogenic agents and different microorganisms. If properly treated, the effluent from hospital wastewater treatment facilities can be used for irrigation purposes. To investigate this, the effluent from Hamedan Atieh-Sazan General Hospital was studied. The existing treatment facility uses an extended aeration system with an average wastewater flow rate of approximately 150 m^3/day. In addition to evaluating the performance of the wastewater facility at Atieh-Sazan General Hospital, quality parameters of the raw wastewater and the effluent were measured. The mean values obtained for pH, BOD, COD, MPN for total Coliform/100ml, and Nematode/lit in raw wastewater were about 7.1, 238 mg/l, 352 mg/l, 5.5×106,

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران، mbinavapoor@gmail.com
۲- مربی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۳-استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران
۴- کارشناس بهداشت محیط، مرکز بهداشت رزن
۵-کارشناس بهداشت محیط، مرکز بهداشت همدان

1. M.Sc. Student, Department of Environmental Health, School of Public Health. Tehran University of Medical Sciences, mbinavapoor@gmail.com
2. Faculty Member, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Hamedan University of Medical Sciences
3. Assistant Professor of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences
4. Environmental Health Engineer, Razan Health Care Center
5. Environmental Health Engineer, Hamedan Health Care Center

and 2340, respectively. The mean values obtained for pH, BOD, COD, Na%, MPN for total Coliform/100 ml, and Nematode/lit in the effluent were 7.1, 35 mg/L, 77 mg/L, 61, 1561, and 575, respectively. Based on these results, the efficiency of the existing system in removing BOD, COD, and MPN/100 ml were %85.3, %78.3, and %99.97, respectively. With respect to water quality standards available, the quality of the effluent was considered to be suitable for irrigation except for its Na%, MPN for total Coliform, and Nematodes values.

Keywords: Activated Sludge, Extended Aeration, Reuse, Effluent, Irrigation, Green Field.

۱- مقدمه

کمبود منابع آبی و ضرورت حفاظت از محیط زیست، استفاده مجدد از پسابها را در جوامع مورد تأکید قرار می‌دهد [۱، ۲ و ۳]. شورای اقتصادی و اجتماعی سازمان ملل متحد (UNESC) شعار معروف "عدم استفاده از آب با کیفیت خوب، مگر در حالت مازاد" را بیان نمود تا با تلاش برای تحقق این شعار امکان حفظ آبهای با کیفیت مرغوب برای مصارفی نظیر شرب میسر گردد [۲ و ۴]. مهم‌ترین حوزه‌های مصرف مجدد پساب به قرار زیر است [۳-۸]:

۱- مصارف کشاورزی، ۲- مصارف صنعتی، ۳- تغذیه مصنوعی آبهای زیر زمینی، ۴- مصارف تفریحی : شناگاهها ، حوضه‌های ماهیگیری، دریاچه و برکه‌ها، ۵- آبیاری تفریحگاهها و اماکن عمومی: پارک‌ها، زمین گلف، حیاط مدرسه، فضاهای سبز، ۶- مصارف شهری غیرآشامیدنی: آتش‌نشانی، فلاش تانک و ۷- مصارف شهری آشامیدنی.

از میان مصارف عنوان شده برای فاضلاب شاید کاربرد آن در کشاورزی از اهمیت بیشتری برخوردار باشد [۱، ۲ و ۹]. در بیشتر نقاط دنیا از جمله ایران، طرحهای بزرگ و کوچکی در این زمینه در دست مطالعه و اجراست [۱، ۴، ۸-۱۰]. در این راستا بررسی کمّی و کیفی پسابهای خروجی به منظور پیشگیری از بروز مخاطرات بهداشتی و انتقال بیماری و حفاظت از محیط زیست از اهمیت خاصی برخوردار است [۱، ۲، ۴ و ۱۱]. در برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌های تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده، با توجه به نوع استفاده مجدد، نحوه کاربرد و احتمال تماس انسان با آن، کیفیت‌های متفاوتی از فاضلاب تصفیه شده قابل قبول خواهد بود [۴، ۷، ۱۰و ۱۱]. استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در آبیاری دارای محاسنی همچون استفاده از مواد مغذی (فسفر و نیتروژن) موجود در فاضلاب، کاهش هزینه‌ها، کاهش مصرف آبهای سالم‌تر، حفظ محیط زیست و همچنین دسترسی به یک منبع قابل اطمینان و دائمی است [۲، ۳، ۷-۹]. استانداردهای مربوط به استفاده مجدد از پساب در موارد مختلف توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست و منابع معتبر دیگر ارائه شده است [۳، ۴، ۵، ۱۰-۱۲].

استان همدان در شمار قطبهای کشاورزی کشور قرار گرفته و با متوسط بارندگی سالانه ۳۴۰ میلی‌متر، از جمله استانهای کم آب کشور می‌باشد. از اینرو استفاده مجدد از پساب فاضلابها می‌تواند تا حد زیادی جهت تأمین نیاز آبی در منطقه مؤثر باشد. در راستای تأمین این هدف کلی، در این مطالعه امکان سنجی استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان آتیه برای آبیاری فضای سبز مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- وضعیت کمّی آب مصرفی و فاضلاب تولیدی

آب مصرفی بیمارستان برای مصارف مختلف از سیستم تأمین آب شهری برداشت می‌شود و مقدار آن به طور متوسط روزانه ۲۲۵ متر مکعب می‌باشد. تعداد تختهای بیمارستان ۲۵۶ تخت می‌باشد که با توجه به آب مصرفی روزانه، سرانه هر تخت ۸۸۰ لیتر در روز است. آب مورد نیاز برای آبیاری فضای سبز بیمارستان در محدوده ماههای اردیبهشت تا آبان، که میزان بارندگی در استان کم می‌باشد، حدود ۱۵۰ مترمکعب در روز است. بخشی از آب مورد نیاز آبیاری از یک حلقه چاه با دبی حدود ۱۲۰ تا ۱۳۰ متر مکعب در روز، که در یک استخر با حجم ۱۲۰ مترمکعب ذخیره می‌گردد، برداشت می‌شود. قسمت دیگر از آب مورد نیاز آبیاری فضای سبز (حدود ۲۰ تا ۳۰ متر مکعب در روز) نیز از شبکه شهری برداشت می‌شود. با توجه به مطالب فوق و بررسی‌های به عمل آمده، ضریب تبدیل آب به فاضلاب حدود ۶۵ تا ۷۰ درصد (متوسط ۶۷ درصد) در نظر گرفته می‌شود. با احتساب این ضریب، میزان فاضلاب تولیدی ۱۵۰ مترمکعب در روز برآورد می‌گردد که بررسی‌ها نشان می‌دهد این میزان برای آبیاری فضای سبز بیمارستان کافی می‌باشد.

۳- سیستم تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان

فاضلاب خام حاصل از فعالیت در واحدهای مختلف بیمارستان، به صورت ثقلی و از طریق شبکه جمع‌آوری فاضلاب به تصفیه‌خانه منتقل می‌شود و سپس در محل تصفیه‌خانه به مخزن تلمبه‌خانه که مجهز به کلید اتوماتیک شناور می‌باشد وارد می‌شود. فاضلاب خام از این حوض توسط پمپ به آشغالگیر از نوع دستی پمپاژ می‌شود. پس از عبور از میله‌های آشغالگیر، فاضلاب وارد مخزن هوادهی می‌شود. فرآیند تصفیه فاضلاب موجود از نوع لجن فعال با هوادهی گسترده بوده و لذا فاقد مخزن ته‌نشینی اولیه می‌باشد. ظرفیت

تصفیه‌خانه حدود ۲۰۰ متر مکعب در روز است. فاضلاب خروجی از حوض هوادهی وارد حوض ته‌نشینی دایره‌ای شکل به قطر ۶ متر و عمق ۳ متر می‌شود که مجهز به سیستم لجن‌روب بوده و لجنهای ته‌نشین شده از طریق انبار و قیف لجن و سیستم پمپاژ به مخزن هوادهی برگشت داده می‌شود. لجن مازاد نیز به مخزن هضم لجن منتقل می‌گردد. پساب خروجی از مخزن ته‌نشینی، کلرزنی شده و به مخزن تماس وارد می‌شود (سیستم کلر زنی ثقلی می‌باشد). سپس فاضلاب کلرزنی شده وارد سیستم جمع‌آوری فاضلاب شهری می‌شود.

۴- مواد و روشها

مقدمات تحقیق با انجام مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی طرحهای پژوهشی و منابع علمی مرتبط با موضوع تحقیق آغاز گردید. پس از آن ضمن بررسی وضعیت سیستم تصفیه‌خانه فاضلاب و برداشت سه نمونه از فاضلاب خام و تصفیه شده به عنوان پیش آزمون با نظر متخصص آمار تعداد نمونه مورد نیاز محاسبه شد. سپس وضعیت عملکرد تصفیه‌خانه مذکور ارزیابی و کیفیت پساب تصفیه‌خانه با استانداردهای استفاده مجدد مقایسه و مشکلات بهره‌برداری شناسایی گردید. دوره تحقیق در حدود ۱۰ ماه به طول انجامید. پارامترهای pH، BOD، COD، مواد جامد معلق، MPN برای کل کلیفرم و تخم انگل و نماتودها در فاضلاب خام و پارامترهای pH، BOD، COD، مواد جامد معلق، نیترات و نیتریت، سولفات (SO_4^{2-})، هدایت الکتریکی (EC)، K^+، Ca^{2+}، Na^+، Mg^{2+}، کلراید و قلیائیت (CO_3^{2-} و HCO^{3-})، MPN برای کل کلیفرم و تخم انگل و نماتودها در فاضلاب تصفیه شده اندازه‌گیری شد. کلیه شرایط نمونه برداری و آزمایش‌ها بر اساس دستورالعملهای کتاب روشهای استاندارد برای آزمایش‌های آب و فاضلاب انجام شد[۱۳]. پارامترهای SAR[۱]، ESP[۲]، RSC[۳] و درصد سدیم[۴] نیز طبق روابط موجود محاسبه گردید[۳-۵]. سپس داده‌ها با انجام آزمون آماری T-test تک گروهی با استناد به سطح معنی‌داری $\alpha = ۰/۰۱$ (سطح اطمینان ۹۹درصد که قابل تعمیم به کل مجموعه می‌باشد) توسط نرم افزارهای اکسل[۵] و SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. در نهایت نتایج حاصله با استانداردهای موجودمطابقت داده شد و کیفیت پساب از نظر پارامترهای مختلف برای آبیاری فضای سبز بیمارستان تعیین گردید [۳، ۴، ۵، ۱۰-۱۲].

۱ - نسبت جذب سطحی سدیم(Sodium Adsorption Ratio)

۲- درصد سدیم قابل تبادل (Exchangeable Sodium Percentage)

۳- کربنات سدیم باقی مانده (Residual Sodium Carbonate)

۴- درصد سدیم (%Na): تمام یونهای تبادلی متصل به رس، در حال تعادل با محلول خاک هستند به همین جهت یونهای سدیمی که به وسیله آب آبیاری به خاک افزوده می‌شوند، ESP خاک را افزایش می‌دهند. وجود سدیم در آب آبیاری همیشه به عنوان منبع احتمالی ایجاد این مشکل در نظر گرفته شده است. در بسیاری از طبقه‌بندیها، خطر سدیم بر حسب درصد به صورت زیر بیان می‌گردد. در رابطه زیر غلظت کاتیونها بر حسب meq/L می‌باشد.

$$\text{درصد سدیم} = \frac{Na^+ \times 100}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+}$$

۵- نتایج و بحث

با توجه به نتایج آزمایش‌های به عمل آمده بر روی فاضلاب خام و پساب خروجی از تصفیه‌خانه، نتایج زیر حاصل گردید که در جدول ۱ ارائه گردیده است.

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۱ و انجام آزمون آماری T-test تک گروهی با استناد به سطح معنی‌داری $\alpha = ۰/۰۱$ می‌توان در مورد پارامترهای مختلف بیان نمود که:

مقدار میانگین‌های به دست آمده برای BOD و COD با اختلاف معنی‌داری از استانداردهای مربوط به استفاده مجدد از پساب کمتر است ($p<۰/۰۱$). مقدار میانگین به دست آمده هدایت الکتریکی (EC) در محدوده استاندارد ۲۵۰۰ تا ۷۵۰۰ میکرو زیمنس در سانتی‌متر می‌باشد. مقدار میانگین‌های به دست آمده برای پارامترهای pH، TSS، کلراید(Cl^-)، سولفات(SO_4^{2-})، منیزیم(Mg^{2+})، میزان جذب سدیم(SAR)، درصد سدیم قابل تبادل(ESP) و کربنات سدیم باقیمانده(RSC)، با اختلاف معنی‌داری از استانداردهای مربوط به استفاده مجدد از پساب کمتر است ($p<۰/۰۱$). مقدار میانگین‌های به دست آمده برای پارامترهای درصد سدیم (%Na)، MPN برای کل کلیفرم و تخم انگل و نماتودها با اختلاف معنی‌داری از استانداردهای مربوط به استفاده مجدد از پساب بیشتر می‌باشد ($p<۰/۰۱$).

باتوجه به نتایج مندرج در جدول ۱ راندمان حذف پارامترهای BOD برابر ۸۵/۳، COD برابر ۷۸/۲، TSS برابر ۸۱، MPN برای کل کلیفرم برابر ۹۹/۹۷۱۶ و تخم انگل و نماتودها برابر ۷۵/۴ درصد برآورد گردید.

۶- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از آنالیز صورت گرفته بر روی داده‌ها مشخص می‌شود که سیستم تصفیه فاضلاب بیمارستان از نقطه نظر راندمان حذف BOD، COD و TSS راندمان مناسب و مطابق با نتایج مندرج در منابع معتبر را تأمین می‌نماید [۵ و ۹]. این تحقیق در مقایسه با سایر پژوهشهای انجام شده در زمینهٔ استفاده مجدد از

[5] Excel

جدول ۱- مشخصات کیفی فاضلاب ورودی، پساب خروجی و راندمان حذف در تصفیه‌خانه بیمارستان آتیه سازان همدان و استانداردهای موجود

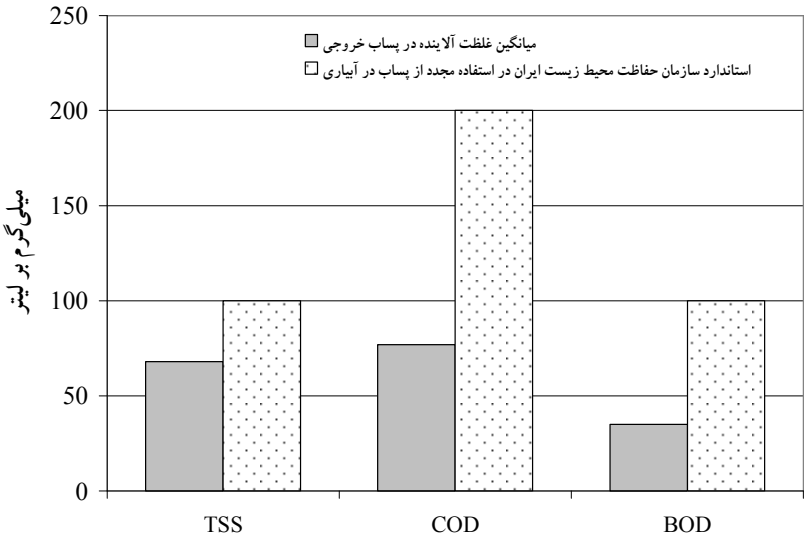
پارامتر	واحد	مقدار میانگین در فاضلاب ورودی	مقدار میانگین در پساب	راندمان حذف	انحراف معیار	استاندارد
pH	-	۷/۱۲	۷/۵	-	۰/۴۸	۶ تا ۸/۵
BOD	میلی گرم بر لیتر	۲۳۹	۳۵	۸۵/۳	۱۲/۵	۱۰۰
COD	میلی گرم بر لیتر	۳۵۳	۷۷	۷۸/۲	۲۸/۴	۲۰۰
TSS	میلی گرم بر لیتر	۳۵۳	۶۸	۸۱	۲۵	۱۰۰
NO_3	میلی گرم بر لیتر	-	۱۴	-	۹	-
NO_2	میلی گرم بر لیتر	-	۰/۶۷	-	۰/۰۶۷	-
Cl^-	میلی گرم بر لیتر	-	۵۶۲	-	۲۰۸	۶۰۰
SO_4	میلی گرم بر لیتر	-	۱۰۰	-	۳/۵	۵۰۰
EC	میکرو زیمنس بر سانتی متر	-	۲۵۰۵	-	۶۴۷	۲۵۰۰ تا ۷۵۰۰
Alk.	میلی گرم بر لیتر	-	۵۸۴	-	۱۱۷	-
HCO_3^-	میلی گرم بر لیتر	-	۵۸۴	-	۱۱۷	-
Ca^{2+}	میلی گرم بر لیتر	-	۱۳۹	-	۴۶	-
Mg^{2+}	میلی گرم بر لیتر	-	۳۰	-	۷/۸	۱۰۰
Na^+	میلی گرم بر لیتر	-	۴۳۶	-	۶۰	-
K^+	میلی گرم بر لیتر	-	۱۶/۷	-	۵	-
SAR	-	-	۷/۶	-	۲/۶	۱۰
درصد سدیم	-	-	۶۱	-	۷/۵	۶۰
ESP	-	-	۹	-	۲/۶	۱۲
RSC	-	-	-۰/۲	-	۰/۴۵	۲/۵
MPN/100ml	تعداد کل کلیفرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر	$۵/۵\times۱۰^۶$	۱۵۶۱	۹۹/۹۷۱۶	۱۱۷۵	۱۰۰۰
نماتود	تعداد در لیتر	۲۳۴۰	۵۷۵	۷۵/۴	۴۱	۱

پساب سیستم‌های تصفیه فاضلاب در روش اجرا و همچنین نتایج حاصله تقریباً مشابه است [۴ و ۹]. با توجه به مقادیر EC و SAR و همچنین استفاده از نمودار ویلکوکس کیفیت پساب تصفیه خانه از نوع C2-S1 می باشد، بدین معنی که کیفیت آب برای آبیاری خوب است [۳-۵]. با توجه به نتایج حاصل از آنالیز صورت گرفته بر روی داده‌ها مشخص شد که در مورد پارامترهای BOD، COD، TSS (شکل ۱)، pH، کلراید، سولفات، منیزیم، SAR، ESP، RSC وEC مشکلی در استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه برای آبیاری فضای سبز بیمارستان آتیه سازان وجود ندارد. ولی از نظر پارامترهای درصد سدیم و MPN برای کل کلیفرم و تخم انگل و نماتود پساب مورد نظر برای آبیاری فضای سبز بیمارستان مناسب نمی باشد. با توجه به بازدیدهای به عمل آمده مشخص شد که مشکل کلیفرم به دلیل نقص سیستم کلرزنی و زمان تماس در آن می‌باشد. وجود تخم انگل و نماتود در پساب به دلیل عدم توانایی کلر در حذف این عوامل می‌باشد. لذا برای رفع مشکلات یاد شده پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد:

- استفاده از سیستم‌های تصفیه تکمیلی همانند صافی شنی و .... [۵ و ۱۴]؛
- افزایش زمان تماس کلر با پساب فاضلاب؛
- استفاده از سیستم گندزدایی اشعهٔ ماورای بنفش (UV) با انجام دقیق مطالعات پایلوت [۵ و ۱۴]؛
- اضافه کردن CaO یا $CaSO_4$ برای کاهش میزان درصد سدیم به سطحی پایین‌تر از میزان استاندارد[۳-۵].

۷- تقدیر و تشکر

نویسندگان این تحقیق بر خود لازم دانستند که از دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان و مسئولان محترم بیمارستان آتیه‌سازان همدان که در انجام این تحقیق با حمایتهای مالی و معنوی، نویسندگان این مقاله را مورد لطف خود قرار داده‌اند، تقدیر نمایند.



شکل ۱- مقایسه میانگین غلظت آلاینده‌های BOD، COD و TSS در پساب خروجی از تصفیه خانه بیمارستان آتیه سازان همدان با مقادیر استاندارد

۸- مراجع

1- Rutkowski, T., Raschid-Sally, L., and Buechler, S. (2007). "Wastewater irrigation in the developing world-Two case studies from the Kathmandu Valley in Nepal." *Agricultural Water Management*, 88, 83–91.

2- Kalavrouziotis, I. K., and Apostolopoulos, C. A. (2007). "An integrated environmental plan for the reuse of treated wastewater effluents from WWTP in urban areas." *Building and Environment,* 42, 1862–1868.

۳- حسینیان، س. م. (۱۳۸۱). *مصارف مجدد فاضلاب‌های تصفیه شده*، چاپ اول، انتشارات علوم روز، تهران، ۶۰-۹۲.

٤- قانعیان، م. ن. (۱۳۷۹). "بررسی وضعیت فاضلاب و امکان استفاده مجدد از پساب در جزیره کیش." پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران.

5- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., and Stensel, H. D. (2003). *Wastewater engineering,* 4th Ed., McGraw Hill, Metcalf & Eddy, New York.

6- Chae, S. R., Kang, S. T., Lee, S. M., Lee, E. S., Oh, S. E., Watanabe, Y., and Shin, H. S. (2007). "High reuse potential of effluent from an innovative vertical submerged membrane bioreactor treating municipal wastewater." *Desalination,* 202, 83–89.

7- Weizhen, L., and Leung, A. Y. (2003). "A preliminary study on potential of developing shower/laundry wastewater reclamation and reuse system." *Chemosphere,* 52, 1451–1459.

8- Papaiacovou, I. (2001). "Case study- wastewater reuse in Limassol as an alternative water source." *Desalination*, 138, 55-59.

۹- پوردارا، هـ.، زینی، م.، و فلاح، ج. (۱۳۸۳). "استفاده از پساب تصفیه شده بیمارستانی برای آبیاری فضای سبز." *م. آب و فاضلاب*، ٤۹، ٤۳-٤۹.

10- Jimenez, B. (2005). "Treatment technology and standards for agricultural wastewater reuse: A case study in Mexico City." *Irrigation and Drainage*, 54, 23–33.

11- Carr, R. (2005). "WHO guidline for safe wastewater use-more than just numbers." *Irrigation and Drainage*, 54, 103–111.

۱۲- سازمان حفاظت محیط زیست ایران. (۱۳۸۲). *ضوابط و استانداردهای زیست محیطی*، انتشارات دایره سبز، ۲٦-۳۷.

13- APHA, AWWA, and WPCF. (1995). *Standard method for the examination of water and wastewater*, 19th Ed., Washington, D.C.

14- Petala, M., Tsiridis, V., Samaras, P., Zouboulis, A., and Sakellaropoulos, G. P. (2006). "Wastewater reclamation by advanced treatment of secondary effluents." *Desalination*, 195, 109–118.