

استفاده از پساب تصفیه شده بیمارستانی

برای آبیاری فضای سبز

جعفر فلاح***

مسعود زینی**

هادی پوردارا*

(دریافت ۸۲/۸/۱۵ پذیرش ۸۳/۲/۲۸)

چکیده

با توجه به مشکل کمبود آب در کشور ما و به خصوص در نقاط کویری نظیر استان یزد که به دلیل قرار گرفتن در فلات مرکزی ایران دارای آب و هوای بیابانی و نیمه بیابانی است، تأمین آب در حال حاضر از اهمیت فراوانی برخوردار است. در چنین شرایطی، استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده می تواند به عنوان یکی از راه های غلبه بر مشکل کم آبی تلقی شود و لذا با توجه به همین مسئله و جلوگیری از هدر دادن منابع طبیعی و تخریب محیط زیست، از فروردین ماه سال ۱۳۸۰ تصمیم بر این گرفته شد که از فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری فضای سبز در بیمارستان شهدای کارگر یزد استفاده شود و خوشبختانه از همان زمان این تصمیم به مرحله اجرا در آمد. سیستم تصفیه موجود، فرایند لجن فعال از نوع هوادهی ممتد می باشد. براساس بررسی های به عمل آمده، دبی متوسط فاضلاب بیمارستان، حدود ۲۵۰ مترمکعب در روز است که خوشبختانه در طول روزهای هفته نوسانات محسوسی در آن دیده نمی شود.

میانگین آزمایش ها و آنالیزهای انجام شده بر روی فاضلاب خام و فاضلاب تصفیه شده، نشان می دهد که مقدار پارامترهای PH ، BOD_5 ، COD ، کل مواد معلق و کل کلیفرم ها به ترتیب $7/2$ ، 330 میلی گرم در لیتر، 460 میلی گرم در لیتر، 280 میلی گرم در لیتر و 1×10^4 ، در هر 100 میلی لیتر بوده و مقادیر این پارامترها در فاضلاب تصفیه شده نیز به ترتیب از BOD_5 به بعد 45 ، 75 ، 60 و $3/5 \times 10^4$ در 100 میلی لیتر می باشد. راندمان تصفیه در سیستم مذکور در حذف COD ، BOD_5 ، کل مواد معلق و MPN به ترتیب $86/4\%$ ، $83/7\%$ ، $78/6\%$ و $99/15\%$ بوده و کیفیت فاضلاب تصفیه شده در مقایسه با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران برای استفاده مجدد در فضای سبز از نظر کلیه پارامترها به جز MPN مطابقت دارد. پارامترهای مهم کیفیت آب نظیر EC ، SAR و Na در فاضلاب تصفیه شده نیز اندازه گیری شده و مقادیر آنها به ترتیب 420 ، $2/5$ و $37/5 \mu\text{s/cm}$ بوده، لذا فاضلاب مورد نظر از نظر کیفیت آب آبیاری، در ردیف های آب متوسط قرار دارد.

واژه های کلیدی: سیستم لجن فعال، هوادهی ممتد، تصفیه، استفاده مجدد، آبیاری، فضای سبز، درختان غیر مثمر، بیمارستان، پارامترهای تصفیه

Using Hospital Wastewater Effluent for Irrigation of Green Fields

Poordara, H., Zeini, M., Falah, j.
Yazd University

Abstract

Considering the problem of water shortage in Iran specially in arias such as yazd province that is located in the center of the country, wastewater reuse is one of the most important successful methods to overcome the problem of water shortage. In order to supply water for irrigation and to control the environmental pollution in the Shohada-e-Kargar hospital, the wastewater treated and then reused for irrigation of trees and green fields by using the extended aeration activated sludge system. According to this research, the average of wastewater effluent is approximately $250 \text{ m}^3/\text{day}$. In this study PH and the content of BOD_5

*** عضو هیئت علمی دانشگاه یزد

*** کارشناس عمران و مسئول تصفیه خانه فاضلاب بیمارستان شهدای کارگر

COD, TSS, and MPN in raw wastewater was 7.2, 330mg/l, 460mg/l, 280mg/l and $4.1 \times 10^8/100\text{ml}$ respectively. The same parameters in the effluent were found 7.6, 45mg/l, 75mg/l, 60mg/l and $3.5 \times 10^4/100\text{ml}$ respectively. The efficiency of this system for removal of BOD₅, COD, TSS, MPN was 86.4% , 83.7%, 78.6% , 99.15% respectively. With respect to the water quality standards prepared by Iranian Environmental Protection Organization, the quality of this effluent is considered to be suitable for agriculture except for MPN which is decrease by increasing the detention time during chlorination. The important parameters of water quality such as EC, SAR, Na% in the effluent were 420 $\mu\text{s/ml}$, 2.5, 37.5 respectively and the quality of this effluent is classified as acceptable for irrigation.

مقدمه

در برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌های تصفیه فاضلاب و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده، با توجه به نوع استفاده مجدد، نحوه کاربرد و احتمال تماس انسان با آن، کیفیت متفاوتی از فاضلاب تصفیه شده قابل قبول خواهد بود. البته هر یک از روش‌های استفاده مجدد دارای محدودیت‌هایی هستند، اما فاضلاب تصفیه شده به عنوان یک منبع آب در دسترس تلقی می‌شود و حتی در سال‌هایی که مشکل کم آبی وجود دارد، فاضلاب تصفیه شده کمتر تحت تأثیر خشک‌سالی قرار می‌گیرد، لذا فاضلاب تصفیه شده به صورت یک منبع مطمئن آب برای استفاده مجدد در خواهد آمد [۱]. استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی دارای مزایا و محاسن متعددی است که از جمله می‌توان از استفاده موثر از مواد مغذی (N و P) موجود در فاضلاب و هم‌چنین دسترسی به یک منبع قابل اطمینان و دائمی اشاره نمود [۲].

مطلوبیت آب برای آبیاری با توجه به مقدار و میزان املاح موجود در آن تعیین می‌شود. بنابراین آبیاری با آب‌هایی که کیفیت مناسبی ندارد، باعث بروز مشکلات گوناگون در خاک و گیاه خواهد شد. از جمله مشکلات ناشی از آبیاری با آب‌های نامناسب می‌توان به مشکل شوری، نفوذپذیری و سمیت اشاره نمود [۳ و ۴]. در شرایط گرم و خشک مقاومت گیاه کاهش می‌یابد. میزان شوری معمولاً با عمق خاک افزایش می‌یابد و حداکثر شوری در پایین‌ترین بخش ریشه گیاه می‌باشد [۵ و ۶]. از طرفی چنانچه کل مواد محلول آب بیش از حد بالا باشد، منجر به تجمع نمک در ناحیه ریشه گیاه شده و در نهایت بر میزان محصول گیاه تأثیر می‌گذارد. ضمناً عناصر سدیم، کلسیم، منیزیم و آنیون‌های کربنات و بی‌کربنات موجود در آب نیز بر نفوذپذیری خاک تأثیر دارند [۳].

در زمینه مخاطرات بهداشتی استفاده مجدد از فاضلاب، استانداردهای میکروبیولوژی، با توجه به نوع سیستم آبیاری و امکان تماس انسان، وضع می‌گردد. به طوری که شدیدترین

با توجه به کمبود آب در نقاط مختلف، استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در آبیاری فضای سبز و احیای بیابان، در اکثر طرح‌های تصفیه فاضلاب کشور، به عنوان یکی از اهداف اصلی طرح‌ها به حساب می‌آید، و لذا بررسی عوامل بهداشتی از قبیل پیشگیری از بروز مخاطرات بهداشتی و انتقال بیماری‌ها و هم‌چنین بررسی عوامل متفرقه از قبیل حفظ منابع طبیعی، تأمین رفاه، حفظ زیبایی و محافظت از محیط زیست و بالاخره حفظ تعادل اکولوژیکی از اهمیت خاصی برخوردار خواهد شد.

بیمارستان شهدای کارگر در زمینی به مساحت ۱۵ هکتار و زیربنای ۲۷۰۰۰ مترمربع براساس شرایط اقلیمی و اجتماعی طراحی و اجرا شده است. عملیات ساختمانی بیمارستان از سال ۱۳۶۶ شروع و تکمیل تأسیسات و تجهیز نسبی واحدها و بخش‌ها، تا اوایل سال ۱۳۷۴، به طول انجامیده و در تاریخ ۱۷ تیرماه سال ۱۳۷۴ افتتاح گردید. این بیمارستان ۲۷۴ تختخوابی، دارای ۴۴۹ نفر نیروی انسانی بوده و از بخش‌های متعددی نظیر اورژانس، CCU, ICU, NICU, اطفال، جراحی عمومی، جراحی تخصصی، داخلی، قلب، ارتوپدی و زنان و زایمان تشکیل شده است. متوسط تعداد تخت فعال بیمارستان ۲۱۱ تخت می‌باشد. همه درختان کاشته شده جهت ایجاد فضای سبز بیمارستان، غیر مثمر بوده و بخش عمده آنها از سرو، کاج و اوکالیپتوس تشکیل شده است که در حال حاضر از طراوت و سبزی خاصی برخوردار است.

آب مصرفی بیمارستان، از طریق شبکه عمومی توزیع آب شهر تأمین می‌شود. لذا با توجه به کمبود محسوس آب در استان و هزینه‌های هنگفت تصفیه و انتقال از استان اصفهان، استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده می‌تواند به عنوان یک راهکار مناسب، مقرون به صرفه و انسانی برای جلوگیری از تخریب محیط زیست و جبران کمبود آب تلقی شود.

آب و فاضلاب

استانداردها مربوط به آبیاری گیاهانی است که به صورت خام مصرف می‌شوند [۲ و ۷].

روش تحقیق

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 تصفیه فاضلاب و نمونه‌برداری از فاضلاب خام و تصفیه شده، وضعیت عملکرد تصفیه‌خانه مذکور ارزیابی و کیفیت فاضلاب تصفیه شده با استانداردهای استفاده مجدد ارائه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست [۹]، مقایسه و مشکلات طراحی و بهره‌برداری شناسایی گردید. دوره تحقیق در حدود ۱۴ ماه به طول انجامید.

پارامترهای pH، BOD₅، COD، کل مواد معلق، MPN و کل کلیفرم در فاضلاب خام و پارامترهای pH، EC، BOD₅، COD، کل مواد معلق، Ca²⁺، Mg²⁺، Na⁺، K⁺، SO₄⁼، Cl⁻، CO₃⁼، HCO₃⁻ و کل کلیفرم در فاضلاب تصفیه شده خروجی سیستم تصفیه‌خانه، اندازه‌گیری شده است [۱۰].

مراحل فعالیت

- شناسایی مشکلات مربوط به عدم دستیابی به کارایی و عملکرد مناسب سیستم تصفیه‌خانه فاضلاب و ارائه پیشنهادها برای اصلاح و بهبود کیفیت تصفیه.
- اندازه‌گیری پارامترهای کیفی فاضلاب خام، برای تعیین مقدار تصفیه مورد نیاز.
- اندازه‌گیری پارامترهای کیفی فاضلاب تصفیه شده برای مقایسه با استانداردهای مربوطه.
- استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری فضای سبز بیمارستان.

وضعیت کمی و کیفی آب مصرفی بیمارستان

آب مصرفی بیمارستان برای مصارف مختلف، به جز آبیاری فضای سبز، از سیستم تأمین آب شهری برداشت می‌شود. ویژگی‌های کیفی آب مصرفی در جدول ۱ ارائه شده است. در حال حاضر و در شرایطی که از فاضلاب تصفیه شده

برای آبیاری فضای سبز استفاده می‌شود، به طور متوسط روزانه ۳۷۵ مترمکعب آب مصرف می‌شود. (جدول ۲). این میزان آب مصرفی توسط بیماران، نیروی انسانی شاغل، تأسیسات برودتی و حرارتی و فعالیت‌های خدماتی بیمارستان مصرف می‌شود؛ لذا با توجه به تعداد تخت فعال بیمارستان، میزان سرانه آب مصرفی به ازاء هر تخت فعال، در حدود ۱۷۰۰ لیتر برآورد شده است.

محاسن و اهداف

رشد روزافزون جمعیت و توسعه سریع صنایع و فناوری، از عواملی هستند که افزایش مصرف آب و تولید فاضلاب در جوامع را باعث شده‌اند. با توجه به این که منابع آب در دسترس محدود می‌باشند، لذا با استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده می‌توان ضمن حفاظت از منابع آب، بخشی از کمبود آب را نیز برطرف نمود [۱ و ۸]. استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده منافع متعددی دارد که به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شود:

منافع اولیه: این منافع، مستقیماً از طرح‌های استفاده مجدد از فاضلاب حاصل می‌شوند و به صورت ارزش ریالی مشخص است. این منافع، شامل سود حاصل از فروش فاضلاب تصفیه شده به مشترکین و یا کاهش در میزان مصرف کود شیمیایی است.

منافع ثانویه: این منافع، از اثرات متعاقب پروژه‌های استفاده مجدد، نظیر کاهش افت سطح آب زیرزمینی حاصل می‌شوند.

منافع عمومی: این منافع، شامل بهبود کیفیت و زیبایی محیط زیست است [۲].

سیستم تصفیه‌خانه فاضلاب

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 و در عمق ۳ متری، به مخزن تلمبه‌خانه وارد

جدول ۱- مشخصات کیفی آب مصرفی بیمارستان شهدای کارگر-یزد

ردیف	پارامتر	میانگین	واحد	ردیف	پارامتر	میانگین	واحد
------	---------	---------	------	------	---------	---------	------

۱	pH	۷/۲	-	۱۱	کل مواد محلول	۳۱۰	میلی گرم در لیتر
۲	درجه حرارت	۱۲	°C	۱۲	فلوراید	۰/۴	میلی گرم در لیتر F
۳	بو	۱	TON	۱۳	منگنز	۰/۰۲	میلی گرم در لیتر Mn
۴	کدورت	۲	FTU	۱۴	روی	۰/۲	میلی گرم در لیتر Zn
۵	هدایت الکتریکی	۴۹۰	Cm/μs	۱۵	مس	۰/۳	میلی گرم در لیتر Cu
۶	قلیائیت کل	۱۳۰	میلی گرم در لیتر بر حسب CaCO ₃	۱۶	آهن	۰/۰۲	میلی گرم در لیتر Fe
۷	کلرور	۵۳	میلی گرم در لیتر Cl ⁻	۱۷	آلومینیم	۰/۰۸	میلی گرم در لیتر Al
۸	کلسیم	۳۴	میلی گرم در لیتر Ca ⁺²	۱۸	سولفات	۵۰	میلی گرم در لیتر SO ₄ ⁼
۹	منیزیم	۱۳	میلی گرم در لیتر Mg ⁺²	۱۹	نیتрат	۵/۲	میلی گرم در لیتر NO ₃
۱۰	سختی کل	۱۴۰	میلی گرم در لیتر CaCO ₃	۲۰	نیتريت	۰	میلی گرم در لیتر NO ₂

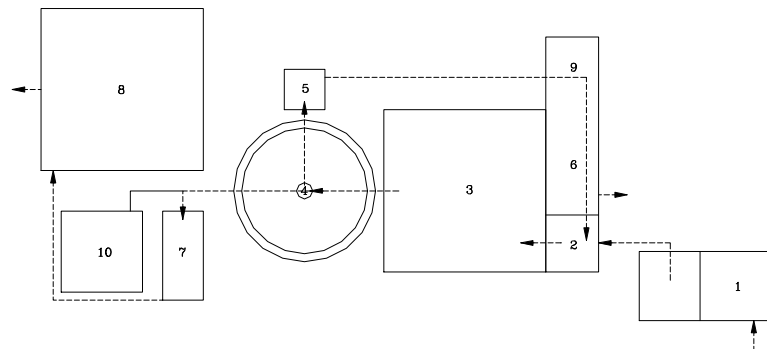
جدول ۲- متوسط مصرف روزانه آب بیمارستان در فصول مختلف

فصل	متوسط مصرف آب روزانه مترمکعب	درصد مصرف
بهار	۴۰۰	۲۶/۶
تابستان	۵۰۰	۳۳/۳
پاییز	۳۲۰	۲۱/۳
زمستان	۲۸۰	۱۸/۶
کل	۱۵۰۰	
میانگین	۳۷۵	

پس از خروج فاضلاب، باکتری‌های پرورش یافته از مخزن هوادهی وارد مخزن ته‌نشینی دایره‌ای شکل به قطر ۵/۱ متر می‌گردد. این مخزن با توجه به قطر زیاد آن و عدم امکان استفاده از شیب زیاد در کف مخزن، مجهز به پاروی لجن‌روب است و در نتیجه، لجن‌های ته‌نشین شده از طریق انباره و قیف لجن، به مخزن هوادهی برگشت داده می‌شود و مازاد آن به مخزن هضم لجن منتقل می‌گردد.

فاضلاب خروجی از مخزن ته‌نشینی، کلرزنی شده و به مخزن تماس وارد می‌شود. به دلیل بالا بودن سطح اتاق کلرزنی، برای تزریق محلول کلر از روش ثقلی استفاده می‌شود. میزان کلر باقی‌مانده در فاضلاب خروجی این واحد در حدود ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر است. فاضلاب تصفیه شده نهایتاً به مخزن ذخیره فاضلاب منتقل شده و از آنجا برای آبیاری درختان غیر مثمر و فضای سبز بیمارستان منتقل می‌گردد.

می‌گردد (شکل ۱). با توجه به این که ورود فاضلاب از محل مذکور به واحدهای مختلف تصفیه‌خانه، توسط سه پمپ از نوع گریز از مرکز در محفظه خشک، صورت می‌گیرد، لذا قبل از ایستگاه تلمبه‌خانه از یک آشغال‌گیر دستی استفاده می‌شود تا از بروز مشکلات مربوط به ورود احتمالی مواد جامد درشت شناور به سیستم جلوگیری به عمل آید و نهایتاً مشکلات بهره‌برداری از پمپ به حداقل ممکن برسد. در این سیستم، طراحی سیستم تلمبه‌خانه به گونه‌ای انجام شده است که، بسته به ارتفاع سطح فاضلاب در این ایستگاه، تعداد پمپ‌های در حال کار متفاوت خواهند بود؛ که البته اگر به صورت مخزن تعادل و یکنواخت‌سازی عمل می‌شد و با دبی یکنواخت به سیستم تصفیه پمپاژ می‌گردید، احتمالاً نتایج بهتری حاصل می‌شد. فاضلاب پس از عبور از میله‌های آشغال‌گیر، وارد مخزن هوادهی می‌شود. سیستم مورد نظر سیستم هوادهی ممتد بوده و لذا فاقد مخزن ته‌نشینی مقدماتی می‌باشد. حجم موثر مخزن هوادهی ۲۲۰ مترمکعب است.



- راهنما:
- ۱- تلمبه خانه
 - ۲- آشغالگیر
 - ۳- مخزن ته نشینی
 - ۴- مخزن تماس کلر
 - ۵- مخزن ذخیره فاضلاب تصفیه شده
 - ۶- مخزن هواهی
 - ۷- مخزن لجن برگشتی
 - ۸- مخزن هضم لجن
 - ۹- کنترل تأسیسات و کلرزنی

شکل ۱- طرح شماتیک سیستم تصفیه فاضلاب بیمارستان شهدای کارگر یزد

جدول ۳- مشخصات کیفی فاضلاب خام بیمارستان شهدای کارگر

واحد	مقدار میانگین	پارامتر
-	۷/۲	pH
میلی گرم در لیتر	۳۳۰	BOD ₅
میلی گرم در لیتر	۴۶۰	COD
میلی گرم در لیتر	۲۸۰	کل مواد معلق
MPN در هر ۱۰۰ میلی گرم در لیتر	۴/۱×۱۰ ^۸	کل کلیفرم

تصفیه شده با استانداردهای استفاده مجدد از فاضلاب در ایران [۹ و ۱۳] پارامترهای متعددی از فاضلاب مذکور اندازه گیری شده و در جدول ۴ مقایسه گردیده است.

جنبه های اقتصادی اجرای طرح

با توجه به مطالعات و بررسی های به عمل آمده، حجم تقریبی فاضلاب تصفیه شده بیمارستان، به طور متوسط در حدود ۲۵۰ مترمکعب در روز می باشد که این میزان در مقایسه با هزینه استفاده از آب شرب شهری برای آبیاری با احتساب هزینه تصفیه خانه، در حدود ۱۲ میلیون ریال در سال صرفه جویی برای بیمارستان به دنبال داشته است.

وضعیت کمی و کیفی فاضلاب خام و فاضلاب تصفیه شده با توجه به این که استفاده مجدد از فاضلاب برای آبیاری و کشاورزی گستردگی زیادی دارد، لذا رهنمودهای ارائه شده در رابطه با پارامترهای میکروبی بسته به سیستم آبیاری متفاوت می باشد، به طوری که بیشترین محدودیت و دقت برای آبیاری محصولاتی است که به صورت خام مصرف می شوند و کمترین محدودیت به آبیاری قطره ای و شرايطی که امکان تماس با فاضلاب تصفیه شده وجود ندارد، مرتبط است [۱۱ و ۱۲].

براساس اطلاعات موجود، میزان دبی فاضلاب بیمارستان به طور متوسط ۲۵۲ مترمکعب در روز و یا ۶۷٪ میزان تبدیلی آب به فاضلاب می باشد. پارامترهای متعدد مورد نیاز در فاضلاب خام اندازه گیری شده و نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است. برای بررسی بازده سیستم تصفیه و مقایسه فاضلاب

نتیجه گیری

برای آبیاری قرار می‌گیرد. ضمناً براساس مقایسه کیفیت فاضلاب تصفیه شده با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران (جدول ۴)، کیفیت آن از نظر همه پارامترها به جز MPN، با استانداردهای استفاده مجدد در کشاورزی مطابقت دارد. در این رابطه با اصلاح سیستم سالم سازی و تعدیل زمان ماند مخزن تماس کلر، و تزریق منظم و یکنواخت محلول به فاضلاب خام این پارامتر نیز تعدیل گردیده است.

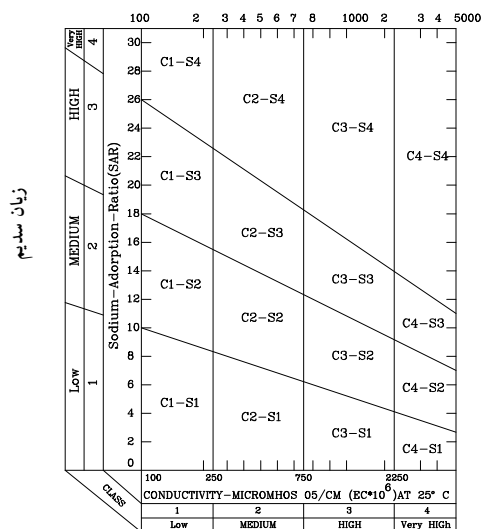
براساس نتایج حاصله از آنالیز فاضلاب خام و فاضلاب تصفیه شده (جدول ۳ و ۴)، بازده سیستم در حذف BOD₅، COD، کل مواد معلق و MPN به ترتیب ۸۶/۴٪، ۸۳/۷٪، ۷۸/۶٪ و ۹۹/۱۵٪ می‌باشد. با توجه به پارامترهای SAR، EC، Na٪ (جدول ۵)، و با استفاده از نمودار ذیل کوکس (شکل ۲)، کیفیت فاضلاب تصفیه شده، در محدوده آب‌های متوسط

جدول ۴- مشخصات کیفی فاضلاب تصفیه شده و مقایسه آن با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران برای استفاده مجدد در آبیاری کشاورزی

واحد	استاندارد استفاده مجدد در آبیاری و کشاورزی	فاضلاب تصفیه شده	پارامتر
-	۶-۸/۵	۷/۶	pH
میلی گرم در لیتر	۱۰۰	۴۵	BOD ₅
میلی گرم در لیتر	۲۰۰	۷۵	COD
میلی گرم در لیتر	۱۰۰	۶۰	کل مواد معلق
میلی گرم در لیتر	-	۹۵۰	کل مواد محلول
میلی گرم در لیتر	-	۹۸	کلسیم Ca ²⁺
میلی گرم در لیتر	۱۰۰	۵۰	منیزیم Mg ²⁺
میلی گرم در لیتر	-	۱۲۰	سدیم Na ⁺
میلی گرم در لیتر	۶۰۰	۳۲۰	کلرور Cl ⁻
میلی گرم در لیتر	۵۰۰	۲۳۵	سولفات SO ₄ ⁼
میلی گرم در لیتر	-	۱۴۵	قلیائیت بر حسب CaCO ₃
در ۱۰۰ میلی لیتر	۱۰۰۰	۳/۵×۱۰ ^۴	کل کلیفرم MPN

جدول ۵- پارامترهای کیفیت فاضلاب تصفیه شده و مقایسه آن با کیفیت آب آبیاری برای گیاهان

گیاهان فوق العاده مقاوم	گیاهان مقاوم	گیاهان نیمه مقاوم	گیاهان نیمه حساس	گیاهان حساس	فاضلاب تصفیه شده	پارامتر
-	>۲۶	۱۸-۲۶	۱۰-۱۸	<۱۰	۲/۵	SAR
>۳۰۰۰	۳۰۰۰-۲۰۰۰	۷۵۰-۲۰۰۰	۲۵۰-۷۵۰	<۲۵۰	۴۲۰	EC μs/cm
>۸۰	۶۰-۸۰	۴۰-۶۰	۲۰-۴۰	<۲۰	۳۷/۵	Na٪



زبان شوری

راهنما:

- ۱- نوع C1-S1: کیفیت آب برای آبیاری خیلی خوب است
- ۲- نوع C1-S2 و C2-S2 و C2-SI: کیفیت آب برای آبیاری خوب است.
- ۳- نوع C1-S3 و C2-S3 و C3-S1 و C3-S2 و C3-S3: در صورتی که دانه بندی و نفوذپذیری خاک مناسب باشد، کیفیت آب برای آبیاری در حد متوسط است.
- ۴- نوع C4-S1 و C4-S2 و C1-C4 و C2-S4 و C3-S4 و C4-S4: کیفیت آب برای آبیاری مناسب نیست.

شکل ۲- نمودار طبقه بندی آب آبیاری ویل کوکس

منابع

- ۱- پروینی، م.ا.، (۱۳۷۴). "استفاده مجدد از پساب های شهری، راه حل دیگر و منبعی قابل اطمینان" فصلنامه امور آب، وزارت نیرو، مجله آب و توسعه، سال سوم، شماره ۴.
- ۲- علیزاده، ا.، (۱۳۷۴). "آبیاری در زمین های کوچک"، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۳- افیونی، م.، مجتبی پور، نوربخش، ف.، (۱۳۶۳). "خاک های شور و سدیمی و اصلاح آنها"، انتشارات ارکان، چاپ اول.
- ۴- حاج رسولیها، ش.، (۱۳۶۴). "کیفیت آب در کشاورزی"، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.
- ۵- حسینیان، م.، (۱۳۶۰). "شناسایی فاضلاب و مصرف مجدد فاضلاب، پساب و آب های آلوده" چاپ مهتاب ظهیرالاسلام.
- ۶- سازمان حفاظت محیط زیست، (۱۳۸۰). "ضوابط و استانداردهای زیست محیطی"، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.
- ۷- قانعیان، م.ت.، مصداقی نیا، ع.، احرامپوش، م.، (۱۳۸۰). "مبانی استفاده مجدد از فاضلاب"، انتشارات طب گستر.
- 8- Rowe, D.A. and Magid, I., (1995). "Handbook of Wastewater Reclamation and Reuse", Lewis Publishers.
- 9- Takashi, A. and Audrey, D., (1996). "Wastewater Reclamation Recycling and Reuse; Past, Present and Future" Wat. Sci. Tech., Vol. 33, No: 10-11, pp: 1-14.
- 10- A.P.H.A., A.W.W.A., W.P.C.F., (1995). "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 19th Edition, A.P.H.A.N-W-Washington D.C.
- 11- Ayres, R. M., Stott, R. Mara, D.D and Lee, D.L., (1992). " Wastewater Reuse in Agriculture and the Risk of Intestinal Nematode Infromation", Parasitol, Today, 8/1 pp: 32-35.
- 12- Ayres , R. M. and Mara , D.D., (1996). "Analysis of Wastewater for use in Agriculture", Geneva.
- 13- Pump, H. and Krisk, H., (1992). " Laboratory Manual for the Examination of Water, Wastewater and Soil", VCH Publisher Inc.