

راهنمای مطالعات طرح‌های استفاده از

فاضلاب‌های تصفیه‌شده شهری و روستایی

نشریه شماره ۴۳۴

وزارت نیرو

دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا
<http://seso.moe.org.ir>

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
<http://tec.mporg.ir>

فهرست برگه

ایران. ریاست جمهوری. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی. دفتر نظام فنی اجرایی
راهنمای مطالعات طرح‌های استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده شهری و روستایی/ معاونت نظارت راهبردی، دفتر نظام فنی اجرایی؛ وزارت نیرو، دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا. - تهران: معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، مرکز داده‌ورزی و اطلاع‌رسانی، ۱۳۸۹.

ج، ۵۶ ص.: جدول. - (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور. دفتر نظام فنی اجرایی؛ نشریه شماره ۴۳۴) (انتشارات معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور؛ ۷۲/۰۰/۸۹)

ISBN 978-964-179-293-2

مریبوط به بخشنامه شماره ۱۰۰/۹۳۷۲ مورخ ۱۳۸۸/۲/۷
کتابنامه: ص. ۵۵-۵۶

۱. فاضلاب - تصفیه - امکان‌سنجی. ۲. آب - استفاده مجدد - امکان‌سنجی. الف. ایران. وزارت نیرو. دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا. ب. ایران. ریاست جمهوری. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی. مرکز داده‌ورزی و اطلاع‌رسانی. ج. عنوان. د. فروست.

۱۳۸۹ ش. ۴۳۴ ۸۸ الف / TA ۳۶۸

ISBN 978-964-179-293-2 شابک ۲-۹۳-۱۷۹-۹۶۴-۹۷۸

راهنمای مطالعات طرح‌های استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده شهری و روستایی

ناشر: معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، مرکز داده‌ورزی و اطلاع‌رسانی

چاپ اول: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۱۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۹

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: تک
همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



بسمه تعالیٰ

ریاست جمهوری

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

شماره : ۱۰۰/۹۳۷۲	تاریخ : ۱۳۸۸/۲/۷	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
موضوع : راهنمای مطالعات طرح‌های استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده شهری و روستایی		
<p>به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۴۹۷/ت ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۴۳۴ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «راهنمای مطالعات طرح‌های استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده شهری و روستایی» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.</p> <p>دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنمای استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنمایی‌بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این بخشناهه الزامی نیست.</p> <p>عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنمایی‌جایگزین را به دفتر نظام فنی اجرایی ارسال کنند.</p> <p style="text-align: right;">امیر منصور بر قعی معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور (میرحسین)</p>		

568303

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی

مراقب را به صورت زیرگزارش فرمایید:

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
- ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
- ۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
- ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشنهاد از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان- خیابان صفی علیشاه- معاونت برنامه ریزی و نظارت
راهبردی رئیس جمهور ساختمان شماره (۱) طبقه ۶ دفتر نظام فنی اجرایی
Email:tsb.dta@mporg.ir web: <http://tec.mporg.ir/>

پیشگفتار

طبق نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۳۳۴۹۷/ت/۴۲۳۳۹ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران) استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل پیدایش، مطالعات توجیهی، طراحی پایه و تفصیلی، اجرا، راهاندازی، تحويل و شروع بهره‌برداری طرح‌ها و پروژه‌های سرمایه‌گذاری به لحاظ رعایت جنبه‌های توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، تامین کیفیت طراحی و اجرا (عمر مقید) و کاهش هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از اهمیت ویژه برخوردار می‌باشد.

با توجه به مراتب یاد شده و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، امور آب وزارت نیرو (طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور) با همکاری معاونت نظارت راهبردی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور (دفتر نظام فنی اجرایی) به استناد آینین‌نامه اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین شده است:

- استفاده از تخصص‌ها و تجربه‌های کارشناسان و صاحب‌نظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی؛
- استفاده از منابع و مأخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی؛
- بهره‌گیری از تجارب دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت؛
- پرهیز از دوباره‌کاری‌ها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور؛
- توجه به اصول و موازین مورد عمل‌سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر موسسات تهیه‌کننده استاندارد. نشریه حاضر به منظور ارایه روش کار، معیارها، استانداردها و اطلاعات پایه مورد نیاز برای مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده تهیه و تدوین شده است. این راهنمایی می‌تواند مورد استفاده شرکت‌های آب و فاضلاب، مشاوران و سایر مراکز مرتبط قرار گیرد.

ضمن تشکر از کارشناسان محترم برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب، با به کارگیری استانداردهای یاد شده، برای پیش‌رفت و خودکفایی این بخش از فعالیت‌های کشور تلاش نموده و صاحب‌نظران و متخصصان نیز با اظهار نظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند. با همه‌ی تلاش انجام‌شده قطعاً هنوز کاستی‌هایی در متن موجود است که إنشاء... کاربرد عملی و در سطح وسیع این نشریه توسط مهندسان موجبات شناسایی و برطرف نمودن آن‌ها را فراهم خواهد نمود.

در پایان، از تلاش و جدیت مدیرکل محترم دفتر نظام فنی اجرایی، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و کارشناسان این دفتر، نماینده مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو، جناب آقای مهندس محمد حاج رسولیها و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید. امید است شاهد توفيق روزافزون همه‌ی این بزرگواران در خدمت به مردم شریف ایران اسلامی باشیم.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۸

ترکیب اعضای تهیه‌کننده، کمیته و ناظران تخصصی

این راهنمای توسعه آقایان دکتر علی نظری‌دوست و دکتر سید حسین هاشمی تهیه شده است. گروه نظارتی که مسؤولیت ناظران تخصصی بر تدوین این فهرست خدمات را به عهده داشته‌اند، به ترتیب حروف الفبا عبارتند از:

فوق‌لیسانس اقتصاد کشاورزی	امور اقتصادی نیروگاه‌های برق‌آبی شرکت مدیریت منابع آب ایران	انوش نوری اسفندیاری
فوق‌لیسانس راه و ساختمان	کمیته تخصصی آب و فاضلاب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی	فرخ افرا
دکترای مهندسی منابع آب	دانشگاه آزاد اسلامی – واحد علوم و تحقیقات	ابراهیم پذیرا
فوق‌لیسانس عمران – آب	وزارت نیرو – دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا	محمد ابراهیم‌نیا
فوق‌لیسانس آب و فاضلاب	وزارت نیرو – دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا	سایه ایمان‌زاده
دکترای علوم محیط زیست	وزارت نیرو – دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا	علیله ثابت رفتار
دکترای عمران آب	مؤسسه تحقیقات آب	محمد ریاحی
فوق‌لیسانس مهندسی شیمی	دفتر بررسی آводگی آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست	نادیا روستایی
فوق‌لیسانس تکنولوژی محیط زیست	دفتر بررسی آводگی آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست	اقبال رستمی
لیسانس مهندسی شیمی	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی	مینا زمانی
فوق‌لیسانس مهندسی رودخانه	دفتر طرح و برنامه شرکت مدیریت منابع آب ایران	مجید سیاری
لیسانس مهندسی راه و ساختمان	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی	مهین کاظم‌زاده
فوق‌لیسانس مدیریت اجرایی	دفتر حفاظت و بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی شرکت مدیریت منابع آب	جواد میبدی
لیسانس راه و ساختمان و فوق‌لیسانس مدیریت پژوهه	دفتر بهبود روش‌های بهره‌برداری فاضلاب شرکت مهندسی آب و فاضلاب	سعید مستوفی
فوق‌لیسانس مهندسی تاسیسات آبیاری	کشور	انسیه محرابی

اعضای کمیته تخصصی محیط زیست طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور که بررسی و تایید راهنمای حاضر را به عهده داشته‌اند به ترتیب حروف الفبا عبارتند از:

کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست	شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران	آقای امیرحسین ایزد دوستدار
دکترای تخصصی علوم محیط زیست	وزارت نیرو – دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا	خانم عالیه ثابت رفتار
دکترای اکولوژی آب‌های داخلی	دانشگاه شهید بهشتی	آقای دکتر بهروز دهزاد
فوق‌لیسانس مهندسی شیمی	دفتر بررسی آводگی آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست	خانم نادیا روستایی
لیسانس مهندسی راه و ساختمان	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی	خانم مهین کاظم‌زاده
دکترای علوم محیط زیست	دانشگاه جامع علمی و کاربردی	آقای محمد محمدی
دکترای مهندسی محیط زیست	دانشگاه شهید بهشتی	آقای سید حسین هاشمی

در خاتمه از جناب آقای مهندس حسین شفیعی‌فر که با بازخوانی و ارائه نظرات مفید خود، در تهیه و تدوین این راهنمای همکاری کرده‌اند، قدردانی می‌شود.

کارشناسان معاونت ناظران راهبردی:

لیسانس مهندسی کشاورزی	دفتر نظام فنی اجرایی	آقای علیرضا دولتشاهی
کارشناس ارشد مهندسی صنایع	دفتر نظام فنی اجرایی	خانم فرزانه آقار مضانعلی
کارشناس ارشد مهندسی عمران – ژئوتکنیک	دفتر نظام فنی اجرایی	خانم شهرزاد روشن خواه
بدین وسیله معاونت برنامه‌ریزی و ناظران راهبردی رییس جمهور از زحمات تمام کارشناسان و متخصصان یادشده که در تهیه و تدوین این نشریه همکاری داشته‌اند، سپاسگزاری می‌کند.		

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	مقدمه
۳	فصل ۱ - کلیات
۵	۱-۱- هدف
۵	۱-۲- دامنه کاربرد
۵	۱-۳- تعاریف
۶	۱-۴- اطلاعات و گزارش‌های موردنیاز برای انجام مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده
۶	۱-۴-۱- قوانین و مقررات مرتبط با استفاده از فاضلاب تصفیه شده
۶	۱-۴-۲- مشخصات تصفیه شامل:
۶	۱-۴-۳- اطلاعات مصرف کنندگان بالفعل و بالقوه فاضلاب تصفیه شده شامل:
۶	۱-۴-۴- پایش‌ها و کنترل‌ها شامل:
۷	۱-۵- اقتصاد استفاده از فاضلاب تصفیه شده شامل:
۹	فصل ۲ - بررسی طراحی و مشخصات تصفیه‌خانه و ویژگی‌های فاضلاب تصفیه شده خروجی
۱۱	۲-۱- کیفیت فاضلاب تصفیه شده
۱۱	۲-۲- کمیت فاضلاب تصفیه شده
۱۲	۲-۳- نحوه انتقال فاضلاب تصفیه شده
۱۲	۲-۴- موقعیت قرارگیری تصفیه‌خانه
۱۲	۲-۵- توپوگرافی
۱۳	۲-۶- دسترسی
۱۳	۲-۷- مصرف کنندگان چندگانه
۱۵	فصل ۳ - شناسایی مصرف کنندگان فاضلاب تصفیه شده
۱۷	۳-۱- کلیات
۱۷	۳-۲- مصارف شهری
۱۷	۳-۳- آبیاری فضای سبز عمومی و پارک‌ها
۱۷	۳-۴- آبیاری فضاهای سبز خصوصی و دستشویی عمومی منازل
۱۷	۳-۵- مصارف اقتصادی
۱۸	۳-۶- زیباسازی شهری
۱۸	۳-۷- مصارف ساخت و ساختمان

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۸	۶-۲-۳- مصارف آتش نشانی
۱۸	۷-۲-۳- آب سیفون دستشویی های عمومی و ساختمان های بزرگ اداری و تجاری
۱۸	۸-۲-۳- شستشوی خیابان ها
۱۸	۳-۳- مصارف صنعتی
۱۹	۱-۳-۳- آب سامانه های خنک کننده
۱۹	۲-۳-۳- آب بویله راهی صنعتی
۱۹	۳-۳-۳- آب مورد استفاده در فرایندهای صنعتی
۱۹	۴-۳- مصارف کشاورزی
۲۰	۱-۴-۳- گیاهانی که خام مصرف می شوند
۲۰	۲-۴-۳- گیاهانی که به صورت پخته یا بسته بندی شده مصرف می شوند
۲۰	۳-۴-۳- گیاهان صنعتی
۲۰	۴-۴-۳- درختان
۲۰	۵-۳- مصارف محیط زیست و نفرج
۲۱	۱-۵-۳- تغذیه تالاب های طبیعی و مصنوعی
۲۱	۲-۵-۳- تغذیه برکه های تفریحی یا منظر سازی
۲۱	۳-۵-۳- افزایش آب جریان های سطحی
۲۱	۶-۳- تغذیه آب های زیرزمینی
۲۲	۱-۶-۳- پخش سطحی
۲۲	۲-۶-۳- روش چاه های تزریق فاضلاب تصفیه شده به ناحیه غیر اشباح
۲۲	۳-۶-۳- چاه های تزریق مستقیم فاضلاب تصفیه شده به ناحیه اشباح
۲۳	فصل ۴ - ویژگی ها و الزامات مصرف کنندگان فاضلاب تصفیه شده
۲۵	۱-۴- کلیات
۲۵	۲-۴- ویژگی های عمومی مصرف کنندگان
۲۷	۳-۴- استانداردها و معیارهای استفاده از فاضلاب تصفیه شده
۳۷	فصل ۵ - ارزیابی، تحلیل و اصلاح فرایند تصفیه فاضلاب
۳۹	۱-۵- کلیات
۳۹	۲-۵- کیفیت فاضلاب تصفیه شده

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴۰	۳-۵- کمیت فاضلاب تصفیه شده
۴۳	فصل ۶ - نحوه استفاده از فاضلاب تصفیه شده
۴۵	۱-۶- کلیات
۴۵	۲-۶- نحوه استفاده از فاضلاب تصفیه شده
۴۶	۳-۶- سایر ملاحظات
۴۶	۴-۶- ساختار سازمانی
۴۷	۵-۶- هزینه
۴۷	۶-۶- بررسی‌های اقتصادی و اجتماعی
۴۹	پیوست - توصیه‌های سازمان‌های بهداشت جهانی (WHO) و خواربار و کشاورزی جهانی (FAO) برای استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی
۵۴	منابع و مراجع

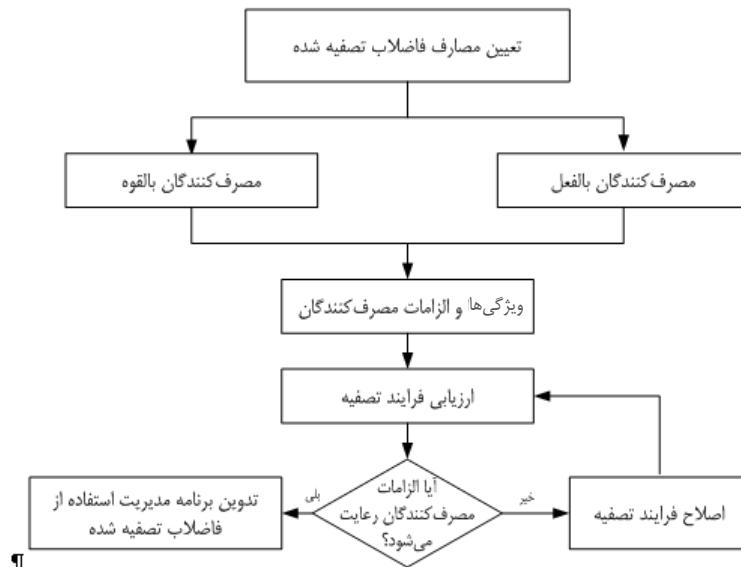
مقدمه

بر اساس مفاد ماده ۲۴ قانون توزیع عادلانه آب، آب‌های حاصل از فاضلاب یکی از منابع آبی هستند که مسؤولیت مدیریت و صدور مجوز بهره‌برداری از آن‌ها هم‌چون سایر منابع آبی کشور به نیابت از دولت جمهوری اسلامی به وزارت نیرو محول شده است. در سال‌های گذشته مدیریت فاضلاب‌ها به عنوان یک منبع آبی، چندان مورد توجه قرار نگرفته است اما با افزایش تقاضا، شناسایی و استفاده از منابع آب جدید به ویژه فاضلاب‌ها و آب‌های غیرمتعارف بیش از پیش مورد توجه قرار گرفت. بر اساس نتایج مطالعات طرح جامع آب کشور، میزان کل فاضلاب‌های تولیدی حاصل از مصارف مختلف در ایران حدود ۳۰ میلیارد مترمکعب تخمین زده شده است.

هرچند که بخش عمده‌ای از آن زه‌آب‌های کشاورزی می‌باشد، ولی فاضلاب‌های شهری نیز به میزان بیش از سه میلیارد مترمکعب در سال، به دلیل سهولت دسترسی و تصفیه، قابلیت بالای برای استفاده به عنوان یک منبع آب جدید دارند. برایند موارد مذکور موجب صدور اولین بخشنامه اجرایی توسط وزیر نیرو برای استفاده از فاضلاب‌ها در سال ۱۳۸۰ شد. بر اساس این بخشنامه شرکت‌های آب منطقه‌ای موظف گردیدند که فاضلاب‌های تصفیه شده را به عنوان یک منبع آب جدید در بیان منابع آب تحت مدیریت خود در نظر گرفته و با در نظر گرفتن جنبه‌های مختلف، نسبت به برنامه‌ریزی برای استفاده از آن‌ها اقدام کنند. با صدور این بخشنامه و علیرغم انجام برخی اقدامات در حوزه ستادی امور آب، استفاده نظاممند و منسجم از فاضلاب‌های تصفیه شده در سطح کشور، متناسب با ظرفیت‌های موجود، محقق نشد.

بدیهی است که یکی از اجزای مهم در فرایند استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده، تصفیه‌خانه‌های مربوط می‌باشند، که برای موققیت این فرایند، سازگاری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به عنوان منبع تولید و انطباق خروجی آن‌ها با معیارها و استانداردهای تعیین شده از الزامات اولیه می‌باشد. بدین منظور انجام مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در دستور کار مدیریت آب کشور قرار گرفته است.

در چند دهه اخیر به دلیل رشد جمعیت و افزایش بیش از حد و رشد تصاعدی شهرنشینی در ایران، فاضلاب‌های شهری به یکی از عوامل آلودگی و بروز مشکلات کیفیت منابع آب تبدیل شده‌اند. از سوی دیگر رشد سریع شهرها موجب شده است که به دلیل اولویت تامین آب شرب، بخشی از سهم سایر کاربری‌ها به آن‌ها اختصاص یابد. بدین ترتیب در این مناطق تامین آب برای بخش‌های مختلف، به ویژه کشاورزی، با محدودیت مواجه است. شاهد بر جسته این وضعیت، شهر تهران می‌باشد که با مصرف بخش عمده‌ای از منابع آب موجود در حوضه‌های اطراف، مشکلات عدیدهای را برای کشاورزان مناطق مجاور از جمله دشت‌های شهریار و ورامین به وجود آورده و با انتقال بخشی از آب سد لار به تهران و طرح انتقال آب طالقان به این شهر، دامنه مساله را به استان‌های مجاور نیز کشانده است. در چنین شرایطی حجم قابل توجه فاضلاب‌های شهری و مرکز بودن آن‌ها فرصت مناسبی را پدید می‌آورد که با برنامه‌ریزی مناسب، بتوان بخش عمده‌ای از مشکلات تامین آب و آلودگی منابع آب را رفع کرد. نمودار ۱ روند مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده را نشان می‌دهد.



نمودار ۱- روند مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده

این راهنمای فنی و نظرخواهی از دفاتر بخشی و سازمان‌های مربوط تهیه ضوابط و معیارهای فنی و نظرخواهی از دفاتر بخشی و سازمان‌های مربوط تهیه شده است. ذکر این نکته در اینجا ضروری است، که این راهنمای منظور انجام مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده تصفیه‌خانه‌های شهری و روستایی تدوین شده است و در صورتی که هدف مجریان طرح‌ها، تدوین سیاست یا استراتژی استفاده از فاضلاب تصفیه شده در سطح ملی یا منطقه‌ای باشد، هرچند مطالب ارایه شده در این راهنمای می‌تواند مفید باشد، ولی کافی نیست و در این گونه مطالعات نیاز به انجام بررسی‌های وسیع‌تر و کلان‌تری می‌باشد.

فصل ۱

کلیات

۱-۱- هدف

هدف از تهیه این راهنمای ارایه رهنمودهای لازم برای انجام مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده تصویه خانه‌های فاضلاب شهری و روستایی است.

۱-۲- دامنه کاربرد

این راهنمای مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده تصویه خانه‌های فاضلاب شهری و روستایی را در بر می‌گیرد.

۱-۳- تعاریف

تعاریف و مفاهیم به کار رفته در این راهنمای عبارتند از:

فاضلاب: هر نوع ماده زاید مایع حاصل از فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی، دامداری، شهری، بیمارستانی، آزمایشگاهی و خانگی که به محیط پذیرنده تخلیه می‌شود.

فاضلاب تصفیه شده: فاضلابی که حداقل یک فرایند تصفیه اعم از فیزیکی، شیمیایی یا زیستی را طی کرده باشد.

استفاده از فاضلاب تصفیه شده: فرایند تخصیص، بهره‌برداری و مصرف فاضلاب‌های تصفیه شده برای مصارف مختلف

بی او دی (BOD): خواست اکسیژن بیوشیمیایی

سی او دی (COD): خواست اکسیژن شیمیایی

تی او سی (TOC): کربن آلی کل

محیط پذیرنده: کلیه محیط‌های پذیرنده اعم از آبهای سطحی و زیر زمینی، دریاچه‌ها، دریاها، اقیانوس‌ها، زمین‌های کشاورزی و ... که فاضلاب و مواد زاید به آن‌ها تخلیه شده یا در آن‌ها نفوذ می‌کند.

درجه تصفیه: نسبت کاهش مواد آلاینده فاضلاب خام در فرایند تصفیه که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

(غلظت آلاینده در فاضلاب خام) / (غلظت آلاینده در فاضلاب تصفیه شده - غلظت آلاینده در فاضلاب خام)

پایش: مشاهده سیستماتیک، اندازه‌گیری و محاسبه شرایط محیط (فاضلاب / فاضلاب تصفیه شده) که برای ارزیابی شرایط محیط، توسعه سیاست‌ها و برنامه‌ریزی اقدامات کنترلی و ارزیابی عملکرد فعالیت‌ها، لازم است.

دوره طرح^۱: دوره طرح را مدت زمان بهره‌برداری از طرح و یا طرح‌های احتمالی تشکیل می‌دهد. به عبارت دیگر دوره طرح و عمر طرح یکسان است. در مورد برخی از طرح‌ها ممکن است بر حسب بخش‌های مختلف طرح دوره‌های معین در نظر گرفته شود. نمودار جریان فرایند: (PFD)^۲ نموداری که واحدهای مختلف تصفیه خانه (در اینجا) و ارتباط بین آن‌ها به همراه مشخصات هر واحد و موازنۀ جرم و انرژی را نشان می‌دهد.

1 – Biochemical oxygen demand

2 – Chemical oxygen demand

3 – Total organic carbon

۴- دستورالعمل ارزیابی زیست محیطی طرح‌های مهندسی رودخانه، نشریه ۲۲۷ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

5- Process flow diagram

۱-۴- اطلاعات و گزارش‌های مورد نیاز برای انجام مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده

اطلاعات مورد نیاز در مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده عبارتند از:

۱-۴-۱- قوانین و مقررات مرتبط با استفاده از فاضلاب تصفیه شده

۱-۴-۲- مشخصات تصفیه‌خانه شامل:

۱-۴-۱-۱- کمیت و کیفیت فاضلاب خام تولیدی به تفکیک به ویژه منابع صنعتی و تغییرات آن در دوره طرح

۱-۴-۱-۲- کمیت و کیفیت فاضلاب تصفیه شده و تغییرات آن در دوره طرح

۱-۴-۱-۳- نوع شبکه و در صورت درهم بودن میزان رواناب‌های ورودی و توزیع زمانی آن

۱-۴-۱-۴- فرایند تصفیه شامل مبانی و معیارهای طراحی تصفیه‌خانه و مشخصات واحدهای تصفیه به صورت نمودار جریان

فرایند و موازنۀ جرم^۱

۱-۴-۳- اطلاعات مصرف‌کنندگان بالفعل و بالقوه فاضلاب تصفیه شده شامل:

۱-۴-۱-۱- فهرست مصرف‌کنندگان بالقوه و بالفعل، منابع و نحوه تامین و میزان و کیفیت آب مصرفی در حال حاضر، توزیع

زمانی مصرف، موقعیت جغرافیایی و پراکندگی مکانی (اطلاعات مکانی موقعیت عمومی استقرار مصرف‌کنندگان بر

روی نقشه‌های کاربری زمین با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ یا مقیاس دقیق‌تر)

۱-۴-۱-۲- الزامات و استانداردهای مصرف‌کنندگان، نحوه تامین و انتقال فاضلاب تصفیه شده، توبوگرافی مسیر انتقال و تراز

ارتفاعی محل استقرار تصفیه‌خانه و مصرف‌کنندگان (ترجیحاً نقشه‌های با مقیاس ۱:۵۰۰۰ یا دقیق‌تر با خطوط تراز

(پنج متری)

۱-۴-۱-۳- ویژگی‌های اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی در سطح منطقه تحت تاثیر (محدوده تصفیه‌خانه، خط انتقال و محل

صرف) شامل جمعیت و نرخ رشد آن، نوع و نرخ اشتغال و بیکاری، سطح درآمد، سواد، توزیع سنی جمعیت، مهاجرت،

ترکیب قومی، ویژگی‌های خاص فرهنگی و اجتماعی تاثیرگذار بر مصرف فاضلاب تصفیه شده

۱-۵- پایش‌ها و کنترل‌ها شامل:

۱-۵-۱- تجهیزات و امکانات موجود برای کنترل و پایش کمیت و کیفیت فاضلاب خام، فاضلاب تصفیه شده و پایش‌های ویژه

صرف‌کنندگان، پایش خاک، پایش محصول، پایش بیماری‌های مرتبط با آب، پایش محیط زیست، پایش منابع آب

(فهرست تفکیکی تجهیزات و نیروی انسانی شاغل در نهادهای مرتبط)

۱-۵-۲- برنامه‌های موجود آموزش، آگاهی رسانی و مشارکت مردمی و آموزش بهره‌برداران (فهرست تفکیکی برای نهادهای

(مرتبط)

۱-۵-۳- ساختار سازمانی موجود برای اجرای برنامه‌های مدیریت استفاده از فاضلاب تصفیه شده (ساختار درون سازمانی و برون

سازمانی برای نهادهای مرتبط)

۱-۵-۴- نیروی انسانی موجود برای اجرای برنامه مدیریت استفاده از فاضلاب تصفیه شده (فهرست تفکیکی برای نهادهای

مرتبط)

۱-۵-۵- فهرست هزینه‌های انجام شده برای استفاده از فاضلاب تصفیه شده (فهرست تفکیکی برای نهادهای مرتبط)

۱-۶- اقتصاد استفاده از فاضلاب تصفیه شده شامل:

۱-۶-۱- هزینه تمام شده تامین آب و قیمت فروش آب برای واحد حجم (هزینه تمام شده برای تامین کننده، میزان یارانه پرداختی و قیمت فروش آب به مصرف کننده)

۱-۶-۲- هزینه تمام شده تصفیه و انتقال فاضلاب تصفیه شده (هزینه تمام شده برای تامین کننده و میزان یارانه پرداختی)

۲ فصل

**بررسی طراحی و مشخصات تصفیه خانه و
ویژگی های فاضلاب تصفیه شده خروجی**

۱-۲- کیفیت فاضلاب تصفیه شده

کیفیت فاضلاب تصفیه شده یکی از مهم‌ترین الزامات مصرف کنندگان می‌باشد. در مطالعات استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده مهندسین مشاور باید مشخصات فنی تصفیه‌خانه و درجه تصفیه فاضلاب را به گونه‌ای تعیین کند که الزامات مصرف کنندگان و محدودیت‌های آن‌ها از نظر کیفیت مورد نیاز فاضلاب تصفیه شده، رعایت شود. بدین منظور لازم است مشاور موارد زیر را مورد توجه قرار دهد:

تعیین پارامترهای کیفیت فاضلاب تصفیه شده تاثیرگذار بر مصرف کنندگان. در مواردی که مصرف کنندگان محدودیت زمان مصرف دارند علاوه بر الزامات مصرف کنندگان اصلی باید الزامات مصرف کنندگان جایگزین نیز مورد توجه قرار گیرد. این مورد به ویژه در مصارف کشاورزی باید مد نظر قرار گیرد.

تعیین حدود مجاز پارامترهای کیفیت فاضلاب تصفیه شده متناسب با نوع مصرف بر اساس استانداردها و معیارهای مربوط تعیین درجه تصفیه مورد نیاز برای هر پارامتر

ارزیابی تاثیر واحدهای فرایندی مختلف در تصفیه فاضلاب خام به ویژه در شرایط کارکرد زیر ظرفیت^۱ و بالای ظرفیت اسمی و تعیین درجه تصفیه قابل دستیابی (ارزیابی عملکرد واحداً باید برای تمامی پارامترهای تاثیرگذار بر مصرف کنندگان انجام شود). در صورت لزوم ارزیابی قابلیت ارتقای تصفیه‌خانه و انجام اصلاحات مورد نیاز برای دستیابی به کیفیت مطلوب مصرف کنندگان (به هنگام ارزیابی قابلیت ارتقا علاوه بر محدودیت‌های فنی باید محدودیت‌های فضایی، سازگاری با سایر فرایندها، امکان توسعه و ارتقای آتی، هزینه و کنترل‌های مورد نیاز نیز مورد توجه قرار گیرند).

۲-۲- کمیت فاضلاب تصفیه شده

مقدار فاضلاب تصفیه شده یکی از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر تعیین مصرف کنندگان و گستردگی آن‌ها می‌باشد. علاوه بر این به طور معمول کمیت فاضلاب تصفیه شده دارای تغییرات ساعتی، روزانه، فصلی و سالانه می‌باشد که می‌تواند موجب بروز مشکلاتی از جمله موارد زیر شود:

- مصرف کنندگان به تغییرات کمیت آب دریافتی حساس باشند (مانند برخی صنایع)
- ایجاد تعهد تامین فاضلاب تصفیه شده بیش از ظرفیت تولید
- کاهش نیاز مصرف کنندگان در مقاطع خاص زمانی مانند مصارف کشاورزی و در نتیجه مشخص نبودن نحوه دفع فاضلاب تصفیه شده در این مقاطع زمانی یا عدم تطابق کیفیت فاضلاب تصفیه شده خروجی تصفیه‌خانه با مصارف جایگزین مقطوعی یا محیط‌های پذیرنده جایگزین

بنابراین مشاور باید علاوه بر الزامات کیفیت آب مصرف کنندگان نسبت به تعیین تغییرات کمی و لحاظ کردن آن در برنامه مدیریت مصرف فاضلاب تصفیه شده اقدام کند.

۱- به طور معمول واحدهای فرایندی دارای یک محدوده ظرفیت کاری می‌باشند که در خارج از این محدوده بازده تصفیه کاهش می‌یابد. در محدوده پایینی که اغلب به هنگام راهاندازی تصفیه‌خانه رخ می‌دهد می‌توان با انجام مانورهای مناسب بر روی واحدها بازده سامانه را در محدوده مناسب نگه داشت. با این وجود در برخی موارد که ظرفیت مadolها یا تعداد واحدها مناسب انتخاب نشده باشند امکان انجام مانور مناسب وجود نخواهد داشت و در نتیجه بازده تصفیه و کیفیت فاضلاب تصفیه شده کاهش می‌یابد.

یکی از راهکارهای کنترل تعییرات تولید و مصرف فاضلاب تصفیه شده ذخیره سازی آن داخل (لاگون‌های ذخیره‌سازی) یا خارج (آب بندها و سدها) تصفیه‌خانه به منظور استفاده به هنگام نیاز می‌باشد. به هنگام برآورد ظرفیت ذخیره‌سازی باید قابلیت ذخیره‌سازی در واحدهای فرایندی (مانند قابلیت ذخیره‌سازی در برکه‌های تثبیت)، تعییر احتمالی کمیت و کیفیت فاضلاب تصفیه شده به هنگام ذخیره‌سازی (مانند بروز پدیده اوتوفیکاسیون در مخزن سد یا تعییر حجم با توجه به نرخ خالص تبخیر و نفوذ)، تواتر نیاز مصرف کنندگان اولیه و ثانویه موجود و آتی و هزینه‌ها مورد توجه قرار گیرند.

علاوه بر این به هنگام برآورد کمیت نیاز مصرف کنندگان باید سهم تامین آب توسط فاضلاب تصفیه شده در طول زمان بهره‌برداری از تاسیسات تصفیه با توجه به منابع موجود تامین آب و قابلیت توسعه آن‌ها در آینده و هزینه تامین آب و فاضلاب تصفیه شده در وضعیت موجود و آینده و کنترل‌ها و پایش‌های مورد نیاز مورد توجه قرار گیرند.

مشاور باید توجه ویژه‌ای به جایگزینی منابع آب موجود و توسعه مصارف در آینده مانند تبدیل کشت دیم به آبی با استفاده از فاضلاب تصفیه شده یا احیای زمین‌های بایر داشته باشد.

۳-۲- نحوه انتقال فاضلاب تصفیه شده

مطلوب دیگر چگونگی انتقال فاضلاب تصفیه شده از محل تصفیه‌خانه تا محل مصرف می‌باشد. مشاوران باید توجه داشته باشند که این موضوع می‌تواند پیامدهای فنی و اقتصادی قابل توجهی برای طرح به همراه داشته باشد. در بخش انتقال فاضلاب تصفیه شده، حداقل موارد زیر باید بررسی شوند.

۳-۱- موقعیت قرارگیری تصفیه‌خانه

به طور معمول تعیین موقعیت استقرار تصفیه‌خانه فاضلاب بر اساس نوع سامانه تصفیه، و ویژگی‌های محل تولید و شبکه جمع‌آوری و انتقال فاضلاب مانند شبیب، توپوگرافی و زمین در دسترس، انجام می‌شود. از این رو اغلب تصفیه‌خانه‌ها در پایین‌ترین خطوط تراز ارتفاعی نسبت به محل تولید قرار دارند تا فاضلاب جمع‌آوری شده به صورت ثقلی به محل تصفیه‌خانه انتقال یابد. در نقطه مقابل ممکن است مصرف کنندگان فاضلاب تصفیه شده در ترازهای ارتفاعی بالاتر واقع بوده و انتقال فاضلاب تصفیه شده نیازمند پمپاژ و صرف هزینه باشد. علاوه بر تراز ارتفاعی، فاصله مصرف کننده تا محل تصفیه‌خانه نیز از دیگر مواردی است که بر امکان‌پذیری استفاده و هزینه‌های مربوط موثر است و در مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده باید مورد توجه قرار گیرد. در برخی موارد ممکن است هزینه خط انتقال فاضلاب تصفیه شده در حدی باشد که طرح را با مشکلات جدی مواجه کند. به هنگام بررسی موقعیت قرارگیری تصفیه‌خانه و محل‌های مصرف موارد زیر باید بررسی شوند.

۲-۳- توپوگرافی

در برخی موارد حتی اگر موقعیت مصرف کننده نسبت به محل تصفیه‌خانه در تراز ارتفاعی پایین‌تر قرار داشته باشد، ممکن است وضعیت توپوگرافی محل به گونه‌ای باشد که انتقال فاضلاب تصفیه شده به محل مصرف را دشوار سازد. به طور معمول نوع خط انتقال، موانع طبیعی مسیر انتقال و تاسیسات مورد نیاز برای انتقال فاضلاب تصفیه شده تابع وضعیت توپوگرافی بوده و باید بررسی شوند.

۳-۲-۳- دسترسی

چگونگی دسترسی مصرف‌کنندگان به ویژه مصرف‌کنندگان کشاورزی به فاضلاب تصفیه شده می‌تواند بر هزینه مصرف‌کنندگان و تامین‌کننده فاضلاب تصفیه شده تاثیرگذار باشد. به ویژه در صورتی که خط انتقال به صورت خط لوله زیرزمینی باشد، نیاز به تاسیسات برداشت آب در محل‌های از پیش تعیین شده خواهد بود.

۳-۴- مصرف‌کنندگان چندگانه

در مواردی که مصرف‌کنندگان فاضلاب تصفیه شده چندگانه می‌باشند، موقعیت آن‌ها نسبت به یکدیگر می‌تواند بر هزینه‌های انتقال تاثیرگذار باشد. علاوه براین باید الزامات هر یک از مصرف‌کنندگان جداگانه بررسی شود. همچنین خطوط انتقال طبیعی یا انسان ساخت مانند کانال‌های آبیاری یا آبراهه‌های طبیعی موجود در سطح منطقه با رعایت الزامات زیست محیطی و ایمنی مانند فنا کشی در محل‌های پر خطر و نصب عالیم هشدار دهنده یا ایجاد محل‌های عبور برای انسان یا حیوانات می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

٣ فصل

شناسایی مصرف کنندگان فاضلاب تصفیه شده

۱-۳- کلیات

اولین گام برای مطالعه استفاده از فاضلاب تصفیه شده، تعیین نوع مصارف و پس از آن تعیین ویژگی‌ها و الزامات مصرف‌کنندگان می‌باشد. استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای مصارف مختلفی امکان‌پذیر است که می‌توان آن‌ها را به پنج گروه اصلی به شرح زیر طبقه‌بندی کرد:

- مصارف شهری
- مصارف صنعتی
- مصارف کشاورزی و آبزی پروری
- مصارف محیط‌زیست و تفرج
- تغذیه آب‌های زیر زمینی

۲-۳- مصارف شهری

مهما‌ترین مصارف شهری به شرح زیر می‌باشند.

۱-۲-۳- آبیاری فضای سبز عمومی و پارک‌ها

در سطح شهرها، پارک‌ها و فضاهای عمومی متعددی وجود دارند که مصرف آب آن‌ها در گروه مصارف عمومی شهری قرار می‌گیرد. برای مثال می‌توان به انواع فضاهای سبز شهری مانند پارک‌ها و فضاهای سبز حاشیه معابر، زمین‌های ورزشی و اراضی مشابه اشاره کرد. با توجه به وابستگی این گروه از مصارف به فعالیت‌های عمومی شهرداری‌ها می‌توان این گروه را در یک طبقه مستقل بررسی کرد. بدین ترتیب هماهنگی‌ها و اقدامات اجرایی و ظرفیت سازی‌های مورد نیاز در تعامل مشترک با مตولی خدمات عمومی شهری امکان‌پذیر است.

۲-۲-۳- آبیاری فضاهای سبز خصوصی و شستشوی عمومی منازل

این گروه از مصارف در قالب خانواده‌ها و مجتمع‌های مسکونی قرار می‌گیرد و استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای این نوع مصارف وابسته به مشارکت مستقیم خانواده‌ها دارد. مواردی مانند آبیاری فضاهای سبز منازل و آب مورد نیاز شستشوی محوطه منازل در این گروه قرار می‌گیرند.

۳-۲-۳- مصارف اقتصادی

در شهرها مصارف مختلفی با جنبه‌های اقتصادی وجود دارد که در آن‌ها آب به عنوان یک عامل اقتصادی عمل می‌کند. بر اساس بررسی‌های انجام شده در اغلب موارد امکان استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده در این بخش وجود دارد. کاربری‌هایی نظیر شستشوی اتومبیل، شستشوی نمای ساختمان‌ها، لباسشویی‌ها و سایر فعالیت‌های شهری از جمله این مصارف هستند.

۴-۲-۳- زیباسازی شهری

در شهرها معمولاً از آب برای نماسازی و زیبا سازی به روش‌های مختلف مانند آبنمای، حوضچه‌های آب، دریاچه‌های مصنوعی، آبشارها و موارد مشابه استفاده می‌شود. این مصارف عمومی آب در شهرها را به خود اختصاص می‌دهند و یکی از موارد بالقوه استفاده از فاضلاب تصفیه شده می‌باشد.

۴-۲-۴- مصارف ساخت و ساختمان

ساخت و ساز بنا یکی از فعالیت‌های شهری و روستایی می‌باشد. در ساخت و ساز آب به اشکال مختلف برای کنترل گرد و غبار، بتن‌سازی، آماده سازی مصالح، شستشوی محوطه‌ها و موارد مشابه استفاده می‌شود. این مصارف نیز یکی از موارد بالقوه استفاده از فاضلاب تصفیه شده می‌باشد.

۴-۲-۵- مصارف آتش‌نشانی

به طور معمول مصرف آب آتش‌نشانی در طراحی سامانه توزیع آب شهری نقش قابل توجهی دارد. در طراحی سامانه‌های توزیع آب شهری برای تامین نیازهای آب آتش‌نشانی قطر لوله‌ها، فشار آب سامانه توزیع و همچنین ذخیره آب مخازن تا حد زیادی افزایش می‌باید. بنابراین در صورت تامین آب مصارف آتش‌نشانی از فاضلاب‌های تصفیه شده، هزینه‌های طراحی و اجرای سامانه‌های توزیع آب کاهش خواهد یافت. بدیهی است که این امر مستلزم احداث سامانه جداگانه آب آتش‌نشانی می‌باشد که خود مستلزم تامین زیر ساختمان‌های لازم و هزینه‌های مربوط می‌باشد. با این وجود مصارف آتش‌نشانی یکی از کاربردهای بالقوه استفاده از فاضلاب تصفیه شده می‌باشد.

۴-۲-۶- آب سیفون دستشویی‌های عمومی و ساختمان‌های بزرگ اداری و تجاری

در حال حاضر بخشی از آب شرب شهرها برای تامین مصارفی که نیاز به آب با کیفیت ندارند به هدر می‌رود. تامین آب سیفون دستشویی‌ها مستلزم ایجاد سامانه‌های دوگانه تامین آب در سطح شهر می‌باشد که نیاز به هزینه و صرف وقت زیادی دارد که عملی شدن آن در کوتاه‌مدت دور از انتظار است. ولی با توجه به روند بلندمدت به سازی و ایجاد مجتمع‌های مسکونی، اداری و تجاری بزرگ در شهرهای کشور، استفاده از فاضلاب تصفیه شده در این مراکز امکان‌پذیر می‌باشد.

۴-۲-۷- شستشوی خیابان‌ها

شستشوی خیابان‌ها یکی از مصارف شهری آب است که امکان استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده در آن وجود دارد.

۴-۲-۸- مصارف صنعتی

مصارف صنعتی یکی از کاربردهای اصلی آب می‌باشد که در دهه‌های گذشته رشد سریعی داشته و بر اساس پیش‌بینی طرح جامع آب کشور تا سال ۱۴۰۰ نسبت به سال ۱۳۷۳، بالغ بر ۳۶۰ درصد رشد دارد^۱. بنابراین مصارف صنعتی می‌توانند یکی از

کاربردهای بالقوه فاضلاب تصفیه شده باشند. در ارتباط با استفاده از فاضلاب تصفیه شده می‌توان نیاز آبی بخش‌های مختلف صنعتی را به سه گروه زیر تقسیم‌بندی کرد.

۳-۳-۱- آب سامانه‌های خنک کننده

در حال حاضر در سطح دنیا، سامانه‌های خنک کننده یکی از مهم‌ترین مصرف کنندگان فاضلاب‌های تصفیه شده در صنایع می‌باشد. پیشرفت سامانه‌های تصفیه و سامانه‌های خنک کننده موجب شده است بسیاری از مشکلات استفاده فاضلاب تصفیه شده در این بخش از قبیل خودگی و مشکلات زیستی مانند افزایش رشد جلبک‌ها کنترل شوند و سامانه‌های خنک کننده جدید امکان استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده با کیفیت پایین را نیز بیابند. بدیهی است که سامانه‌های خنک کننده بسیار متنوع هستند و هر یک قابلیت‌ها و محدودیت‌های خاص خود را برای استفاده از فاضلاب تصفیه شده دارند که باید در مطالعات مربوط مورد توجه قرار گیرند.

۳-۳-۲- آب بویلهای صنعتی

استفاده از فاضلاب تصفیه شده در بویلهای صنعتی مستلزم رعایت ملاحظات ویژه‌ای است. به طور معمول هر چه فشار داخل بویلهای بیشتر باشد کیفیت آب مورد نیاز افزایش می‌یابد. در بسیاری از موارد حتی آب شرب نیز باید برای بهبود کیفیت و کاهش سختی، پیش از استفاده در بویلهای تصفیه شود. بدین ترتیب استفاده از فاضلاب تصفیه شده در بویلهای معمولاً محدودیت داشته و نیازمند تصفیه‌های تکمیلی می‌باشد.

۳-۳-۳- آب مورد استفاده در فرایندهای صنعتی

در صنایع، آب به جز کاربرد برای سامانه‌های خنک کننده و بویلهای ممکن است به عنوان یک ماده اولیه در فرایند تولید به کار رود. استفاده از فاضلاب تصفیه شده در این بخش به طور کامل به نوع فرایند صنعتی بستگی دارد. برخی فرایندهای صنعتی نیازمند کیفیت بسیار بالای آب هستند در حالی که در برخی دیگر از فرایندها امکان استفاده از فاضلاب تصفیه شده با کیفیت پایین نیز امکان‌پذیر است.

۴-۳- مصارف کشاورزی

بخش کشاورزی یکی از بزرگ‌ترین مصرف کنندگان آب در سطح دنیا می‌باشد. در ایران نیز کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف کننده آب است به طوری که بیش از ۹۰ درصد آب کشور در این بخش مصرف می‌شود. از این رو پتانسیل قابل توجهی برای مصرف فاضلاب تصفیه شده در بخش کشاورزی وجود دارد. استفاده از فاضلاب تصفیه شده از دو جنبه اصلی قابل بررسی است:

نحوه تماس کارگران و کشاورزان با فاضلاب تصفیه شده

احتمال انتقال آلودگی‌های مختلف شیمیایی یا میکروبی از طریق محصول به انسان / مصرف کننده

بدین ترتیب استفاده از فاضلاب تصفیه شده در بخش کشاورزی همانند سایر بخش‌ها مستلزم رعایت جنبه‌های مختلف بهداشتی و محیط‌زیستی می‌باشد. فعالیت‌های کشاورزی از نظر احتمال انتقال آلدگی به انسان و نحوه مصرف فاضلاب تصفیه شده به چند گروه تقسیم می‌شوند.

۳-۴-۱- گیاهانی که خام مصرف می‌شوند

این گروه از گیاهان شامل سبزیجات، محصولات بوته‌ای نظیر گوجه‌فرنگی و خیار و سایر محصولات مشابه، می‌باشند که به طور مستقیم و خام توسط انسان مصرف می‌شوند. برای استفاده از فاضلاب تصفیه شده در این بخش، کیفیت فاضلاب تصفیه شده به ویژه از نظر عوامل بیماری‌زا و میکروبی بسیار حائز اهمیت است.

۳-۴-۲- گیاهانی که به صورت پخته یا بسته بندی شده مصرف می‌شوند

در این نوع گیاهان با توجه به فراوری محصول و انجام عملیات پخت به طور معمول محدودیت‌های کیفیت به طور عمدی به آایینه‌هایی که در اثر حرارت از بین نمی‌رود، محدود می‌شود. در نتیجه عموماً آلدگی‌های میکروبی در این قبیل محصولات محدودیت کمتری دارند. با این حال در این گروه از محصولات نیز محدودیت کیفیت از نظر میکروبی و بیماری زایی مطرح است چرا که اولاً با تغذیه انسان مرتبط هستند و از این نظر هیچ‌گونه مخاطره‌ای قابل پذیرش نیست و ثانیاً دست‌اندرکاران پخت، عمل آوری و بسته‌بندی آن‌ها، ممکن است در معرض آلدگی احتمالی ناشی از استفاده از فاضلاب تصفیه شده قرار گیرند.

۳-۴-۳- گیاهان صنعتی

برخی گونه‌های گیاهی مورد استفاده مستقیم انسان نبوده، و پس از تبدیل به یک محصول نهایی استفاده می‌شوند. فرایندهای مختلف صنعتی گیاهانی نظیر کتان، پنبه، گلنگ، دانه‌های روغنی و سایر گیاهان مشابه در این طبقه قرار می‌گیرند. در استفاده از فاضلاب تصفیه‌خانه‌های شهری در این نوع کشاورزی، جنبه‌های بهداشتی به طور عمدی از نظر نحوه تماس کشاورزان و کارگران با محصولات مورد توجه می‌باشد.

۳-۴-۴- درختان

آبیاری باغ‌ها یکی از موارد بالقوه استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی، آبیاری باغ‌ها است. کیفیت آب در این گروه از مصارف به نوع باغ بستگی دارد. در باغ‌هایی که درختان، مثمر و میوه دارند به دلیل مصرف مستقیم محصولات توسط انسان کیفیت آب به ویژه از نظر عوامل بیماری‌زا مهم است در حالی که کیفیت آب برای درختان غیر مثمر و استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای آن‌ها نظیر کشت چوب به طور عمدی به مسایل مربوط به تماس کشاورزان و کارگران با فاضلاب تصفیه شده محدود می‌شود.

۳-۵- مصارف محیط‌زیست و تفرج

مصارف محیط‌زیست و تفرج یکی از پتانسیل‌های موجود برای استفاده از فاضلاب تصفیه شده هستند. مصارف موجود در این گروه تنوع زیادی دارند که مهم‌ترین آن‌ها به شرح زیر می‌باشند.

۳-۵-۱- تغذیه تالاب‌های طبیعی و مصنوعی

تالاب‌های بسیاری در سطح کشور به دلیل افزایش فعالیت‌های انسانی، با مشکل کم‌آبی مواجه هستند و این موضوع زمینه مناسبی برای استفاده از فاضلاب تصفیه شده می‌باشد. با این حال تخلیه فاضلاب تصفیه شده به تالاب‌های طبیعی و مصنوعی علاوه بر جنبه تامین آب از جنبه‌های دیگری نیز قابل بررسی می‌باشد:

ایجاد، احیا یا بهبود وضعیت تالاب‌ها
انجام تصفیه تکمیلی فاضلاب تصفیه شده (در تالاب)، قبل از تخلیه به سایر منابع آبی
استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای افزایش رطوبت محیط

۳-۵-۲- تغذیه برکه‌های تفریحی یا منظر سازی

امروزه بسیاری از شهروها برای بهسازی محیط شهری و منظرسازی در داخل پارک‌ها یا در محیط‌های باز شهری اقدام به احداث برکه‌ها و تالاب‌های مصنوعی شهری می‌کنند، یا به اشکال مختلف از آبشارها یا آبشارهای مصنوعی برای منظرسازی استفاده می‌کنند، بنابراین این گونه کاربری‌ها نیز به عنوان یکی از مصارف آب شهری، که می‌تواند از مصارف بالقوه استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده نیز محسوب شود، به شمار می‌آیند. از جمله مزایای استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده در این کاربری می‌توان به تجمع و حذف مواد غذی و انجام تصفیه تکمیلی (به صورت برکه‌ای) اشاره کرد. لازم به ذکر است که نوع کاربری این برکه‌ها نقش مهمی در استفاده از فاضلاب تصفیه شده و همچنین جنبه‌های کیفیت آب دارد. کاربری برکه‌ها یا تالاب‌های مصنوعی شهری ممکن است فقط منظرسازی باشد، بدین معنی که هیچ‌گونه تماس مستقیم مردم با آب در آن پیش‌بینی نشده باشد. در حالات دیگر ممکن است کاربری برکه‌ها با تماس شهروندان با آب مانند قایقرانی، ماهی‌گیری و شنا پیش‌بینی شده باشد. بدیهی است که کیفیت فاضلاب تصفیه شده و میزان تصفیه مورد نیاز فاضلاب خام، با افزایش احتمال تماس انسان با این گونه منابع آب افزایش می‌یابد.

۳-۵-۳- افزایش آب جریان‌های سطحی

افزایش آب جریان‌های سطحی با تخلیه فاضلاب تصفیه شده به آب‌های سطحی متفاوت می‌باشد. در این بخش فاضلاب تصفیه شده به منظور حفظ یا افزایش جریان رودخانه یا سایر منابع آب جاری سطحی و به صورت هدفمند استفاده می‌شود. هدف این روش استفاده، حفظ یا بهبود کارکردهای جریان‌های سطحی از جنبه‌های مختلف اکوسیستمی می‌باشد.

۳-۶- تغذیه آب‌های زیرزمینی

در ایران به دلیل محدودیت منابع آب سطحی و همچنین عدم تطابق زمانی بارش‌های جوی با نیاز آبی بخش‌های مختلف به ویژه کشاورزی و شرب، خصوصاً در مناطق خشک حوضه‌های مرکزی کشور، برداشت آب‌های زیرزمینی بیش از حد افزایش یافته است، به طوری که افت سطح آب‌های زیرزمینی در بسیاری از دشت‌های کشور مشکلات عدیدهای را به وجود آورده است. بدین جهت استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای تغذیه آب‌های زیرزمینی یکی از پتانسیل‌های استفاده، به ویژه در حوضه‌های مرکزی کشور و دشت‌های ممنوعه می‌باشد. در استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای تغذیه آب‌های زیرزمینی، برخلاف سایر روش‌های استفاده،

طبقه‌بندی نوع مصرف امکان‌پذیر نمی‌باشد، بلکه روش تغذیه آبخوان تعیین‌کننده جنبه‌های مختلف استفاده خواهد بود. روش‌های مختلف استفاده از فاضلاب تصفیه شده در تغذیه آب‌های زیرزمینی را می‌توان به شرح زیر طبقه‌بندی کرد.

۳-۶-۱- پخش سطحی

در روش پخش سطحی، آب‌های سطحی از طریق خلل و فرج موجود در سطح خاک به تدریج از لایه‌های مختلف خاک عبور کرده و تا لایه‌های آبدار آبخوان نفوذ می‌کنند.

۳-۶-۲- روش چاهه‌ای تزریق فاضلاب تصفیه شده به ناحیه غیراشباع

در این روش فاضلاب تصفیه شده از طریق چاهه‌ای حفر شده به ناحیه غیراشباع خاک تزریق می‌شود و در مقایسه با چاهه‌ای تخلیه مستقیم به ناحیه اشباع، هزینه کمتری دارند. مشخصات چاهه‌ای مورد نیاز به ویژه عمق آن‌ها به مشخصات آبخوان بستگی دارد ولی به هر حال عمق این چاهها از چاهه‌ای نوع تخلیه مستقیم به ناحیه اشباع کمتر خواهد بود در حالی که عموماً میزان نفوذپذیری در این روش مشابه تخلیه به ناحیه اشباع است.

۳-۶-۳- چاهه‌ای تزریق مستقیم فاضلاب تصفیه شده به ناحیه اشباع

در این روش فاضلاب تصفیه شده از طریق چاهه‌ای تغذیه به طور مستقیم به منبع آب زیرزمینی تزریق می‌شود. این روش عمولاً هزینه قابل توجهی دارد و در مواردی که عمق آب زیرزمینی بسیار زیاد است یا محدودیت لایه‌بندی خاک یا سایر عوامل امکان استفاده از سایر روش‌های تغذیه مصنوعی را فراهم نمی‌آورد، به کار می‌رود.

٤ فصل

ویژگی‌ها و الزامات مصرف‌کنندگان فاضلاب
تصفیه شده

۴-۱ - کلیات

صرف کنندگان فاضلاب تصفیه شده نقش بسیار مهمی در تعیین ویژگی‌های کمی و کیفی فاضلاب تصفیه شده مورد استفاده دارند. در این بخش ویژگی‌ها و الزامات عمومی مصرف کنندگان ارایه می‌شود.

۴-۲ - ویژگی‌های عمومی مصرف کنندگان

به منظور انجام مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده، اولین گام تعیین ویژگی‌های پایه گروه‌های مصرف کنندگان می‌باشد. بر اساس تقسیم‌بندی مصرف کنندگان در فصل ۳، جدول ۱ ویژگی‌های هر یک از مصرف کنندگان را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ویژگی‌های عمومی مصرف کنندگان

گروه مصرف کنندگان	ویژگی‌های عمومی
کشاورزی - آبیاری	<p>میزان نیاز آبی: بسیار بالا</p> <p>مدت زمان مصرف: محدود به ماههای آبیاری و در اغلب موارد امکان مصرف دائمی وجود ندارد</p> <p>کیفیت فاضلاب تصفیه شده: وابسته به نوع کشت است</p> <p>نهادهای مرتبط: تعدد نهادهای مرتبط از جمله وزارت کشاورزی، محیط زیست، بهداشت، نیرو و تشکلهای مردمی در بخش کشاورزی</p> <p>ظرفیت سازی: نیاز به آموزش مصرف کنندگان و ایجاد ظرفیت فنی در نهادهای مرتبط</p> <p>پیامدهای بهداشتی: در صورت عدم رعایت الزامات دارای پیامدهای بهداشتی قابل توجه مانند گسترش بیماری‌های مرتبط با آب بین کشاورزان و مصرف کنندگان محصولات به ویژه در محصولاتی که خام مصرف می‌شوند.</p>
کشاورزی - پرورش آبزیان	<p>پیامدهای زیست محیطی: در صورت عدم رعایت الزامات دارای پیامدهای زیست محیطی قابل توجه مانند تخریب و آلودگی خاک</p> <p>پیامدهای اقتصادی: قابل توجه به ویژه در مناطق با کمبود آب از جمله افزایش درآمد کشاورزان از طریق افزایش سطح زیر کشت و تبدیل کشت دیم به آبی</p> <p>پیامدهای اجتماعی: در صورت رعایت الزامات مربوط پیامدهای دارای تأثیر مثبت از جمله افزایش اشتغال ناشی از گسترش فعالیتهای کشاورزی</p> <p>حدودیت‌های فنی: اغلب متوسط تا کم وابسته به الزامات مصرف کنندگان مانند عدم نیاز به تصفیه تکمیلی پیش از مصرف</p> <p>نیاز به تاسیسات پایین دستی: نیاز به تاسیسات انتقال و توزیع فاضلاب تصفیه شده بین مصرف کنندگان</p>
کشاورزی - پرورش آبزیان	<p>میزان نیاز آبی: متوسط تا کم</p> <p>مدت زمان مصرف: محدود (در اغلب موارد امکان مصرف دائمی وجود ندارد)</p> <p>کیفیت فاضلاب تصفیه شده: وابسته به سامانه پرورش و نوع آبزیان می‌باشد</p> <p>نهادهای مرتبط: تعدد نهادهای مرتبط از جمله وزارت جهاد کشاورزی، نیرو، بهداشت و محیط زیست</p> <p>ظرفیت سازی: نیاز به آموزش مصرف کنندگان و ایجاد ظرفیت فنی در نهادهای مرتبط</p>
کشاورزی - پرورش آبزیان	<p>پیامدهای بهداشتی: در صورت عدم رعایت الزامات دارای پیامدهای بهداشتی قابل توجه به ویژه برای کارگران در تماس با فاضلاب تصفیه شده و حتی انتقال بیماری از طریق محصول</p> <p>پیامدهای زیست محیطی: در صورت عدم رعایت الزامات دارای پیامدهای زیست محیطی قابل توجه به ویژه تأثیر روی اکوسیستم‌های وابسته به آب از طریق فاضلاب تصفیه شده واحد پرورش ماهی در سامانه‌های باز</p> <p>پیامدهای اقتصادی: قابل توجه به ویژه در مناطق با کمبود آب از طریق گسترش فعالیتها و افزایش تولید</p> <p>پیامدهای اجتماعی: در صورت رعایت الزامات مربوط دارای پیامدهای مثبت از طریق ایجاد اشتغال ناشی از گسترش فعالیتها</p> <p>حدودیت‌های فنی: اغلب متوسط تا زیاد وابسته به الزامات مصرف کنندگان در برخی موارد نیاز به کنترل و پایش دقیق کیفیت آب و در صورت لزوم تصفیه مقدماتی می‌باشد.</p> <p>نیاز به تاسیسات پایین دستی: در برخی نیاز به تاسیسات انتقال فاضلاب تصفیه شده به محل مصرف می‌باشد. در صورت استفاده غیر مستقیم نیاز به تاسیسات پایین دستی کاهش می‌باشد.</p>

ادامه جدول ۱ - ویژگی‌های عمومی مصرف کنندگان

گروه مصرف کنندگان	ویژگی‌های عمومی
مصارف شهری و آبیاری فضای سبز	<p>میزان نیاز آبی: بالا</p> <p>مدت زمان مصرف: اغلب نامحدود. بخش عده‌ای از مصارف استفاده فاضلاب تصفیه شده در شهرها مانند آبیاری فضای سبز و نمازی کارکرد دائمی دارند ولی ممکن است میزان نیاز در طول زمان تغییر کند. اما در برخی موارد مانند مصارف، اقتصادی امکان مصرف دائمی وجود ندارد.</p> <p>کیفیت فاضلاب تصفیه شده: با توجه به تنوع مصارف وابسته به نوع مصرف می‌باشد و در اغلب موارد محدودیت کم تا متوسط است. در مصارف آبیاری یا در مکان‌های با دسترسی عمومی محدودیت پارامترهای میکروبی باید مورد توجه قرار گیرد.</p> <p>نهادهای مرتبط: مناسب با نوع مصرف در اغلب موارد نهادهای مرتبط محدود می‌باشند. معمولاً مصرف کننده و تامین‌کننده فاضلاب تصفیه شده زیر نظر یک نهاد نظارتی می‌باشد.</p> <p>ظرفیت سازی: نیاز به آموزش مصرف کنندگان و ایجاد ظرفیت فنی در نهادهای مرتبط</p> <p>پیامدهای بهداشتی: در صورت عدم رعایت الزامات دارای پیامدهای بهداشتی قابل توجه مانند شیوع بیماری‌ها به ویژه در صورت استفاده در مکان‌های با دسترسی عمومی می‌باشد.</p> <p>پیامدهای زیست محیطی: در صورت عدم رعایت الزامات دارای پیامدهای زیست محیطی قابل توجه به ویژه در بخش محیط زیست انسانی می‌باشد.</p> <p>پیامدهای اقتصادی: قابل توجه، به ویژه در مناطق با کمبود آب و از طریق جایگزینی با سایر منابع آب موجود و تخصیص آن‌ها برای سایر کاربری‌ها می‌باشد.</p> <p>پیامدهای اجتماعی: در صورت عدم رعایت الزامات مربوط پیامدهای دارای تاثیر مثبت به ویژه به صورت غیر مستقیم از طریق جایگزینی با سایر منابع آب و تخصیص آن‌ها به سایر مصارف اقتصادی</p> <p>محدودیت‌های فنی: اغلب متوسط تا زیاد و وابسته به الزامات مصرف کنندگان به ویژه نیاز به کنترل و پایش کیفیت آب در بخش مصارف با دسترسی عمومی</p> <p>نیاز به تاسیسات پایین دستی: در برخی موارد آب با استفاده از تانک‌انتقال می‌باشد.</p>
تغذیه آب‌های زیرزمینی	<p>میزان نیاز آبی: بالا</p> <p>مدت زمان مصرف: تقریباً بدون محدودیت زمانی</p> <p>کیفیت فاضلاب تصفیه شده: وابسته به نوع روش تقدیمه مصنوعی و محل آن متفاوت می‌باشد.</p> <p>نهادهای مرتبط: محدود از جمله وزارت نیرو و محیط زیست</p> <p>ظرفیت سازی: متوسط و اغلب نیاز به ایجاد ظرفیت فنی در نهادهای مرتبط به ویژه مجریان و پیمانکاران می‌باشد.</p> <p>پیامدهای بهداشتی: در صورت عدم رعایت الزامات دارای پیامدهای بهداشتی قابل توجه به ویژه در روش‌های پخش سطحی از طریق گسترش آводگی‌ها در سطح و تماس مردم با آن‌ها و در سایر روش‌ها امکان آводگی آب زیر زمینی و انتقال آводگی به انسان از طریق مصرف آب آводه می‌باشد.</p> <p>پیامدهای زیست محیطی: در صورت عدم رعایت الزامات دارای پیامدهای زیست محیطی قابل توجه به ویژه از طریق آводگی منبع آب زیرزمینی</p> <p>پیامدهای اقتصادی: قابل توجه به ویژه در مناطق با کمبود آب از طریق افزایش منابع آب زیر زمینی و فراهم‌ساختن زمینه فعالیت‌های اقتصادی</p> <p>پیامدهای اجتماعی: در صورت رعایت الزامات مربوط پیامدهای دارای تاثیر مثبت به ویژه از طریق ایجاد غیرمستقیم اشتغال و همچنین کاهش تنش‌های ناشی از کمبود آب در منطقه</p> <p>محدودیت‌های فنی: اغلب در روش پخش سطحی کم و در سایر روش‌ها کم تا متوسط</p> <p>نیاز به تاسیسات پایین دستی: در روش پخش سطحی نیاز به تاسیسات کم و در سایر روش‌ها کم تا متوسط</p>

ادامه جدول ۱ - ویژگی‌های عمومی مصرف‌کنندگان

ویژگی‌های عمومی	گروه مصرف‌کنندگان
<p>میزان نیاز آبی: کم تا متوسط با توجه به نوع و بزرگی صنعت مدت زمان مصرف: اغلب محدودیت کم با توجه به برنامه‌کاری صنعت کیفیت فاضلاب تصفیه شده: وابسته به نوع صنعت، اغلب پیش از مصرف نیاز به تصفیه تکمیلی می‌باشد. نهادهای مرتبط: محدود و اغلب تامین کننده و مصرف‌کننده درگیر می‌باشد. ظرفیتسازی: اغلب نیاز به ایجاد ظرفیت فنی در مصرف‌کننده به منظور انتقال فرایند صنعتی با کیفیت فاضلاب تصفیه شده می‌باشد. پیامدهای بهداشتی: در اغلب موارد به دلیل تماس محدود کارگران با فاضلاب تصفیه شده پیامدهای محدودی دارد ولی به ویژه در صورتی که فاضلاب تصفیه شده بدون تصفیه تکمیلی در فرایندهای با تماس با انسان به کار گرفته شود و در محصولاتی که توسط انسان به کار می‌رود، استفاده شود، می‌تواند پیامدهای بهداشتی گسترده‌ای داشته باشد.</p> <p>پیامدهای زیست محیطی: به دلیل محدود بودن سامانه شامل مسیر انتقال و چرخه مصرف اغلب پیامدهای زیست محیطی محدود هستند.</p> <p>پیامدهای اقتصادی: به ویژه در مناطق با کمبود آب از طریق کمک به گسترش یا افزایش تولید قابل توجه می‌باشد. پیامدهای اجتماعی: در صورت رعایت الزامات مربوط پیامدهای دارای تاثیر مثبت به ویژه از طریق افزایش اشتغال محدودیت‌های فنی: اغلب متوسط تا زیاد و وابسته به الزامات مصرف‌کنندگان به ویژه در صورت نیاز به تصفیه تکمیلی نیاز به تاسیسات پایین دستی: نیاز به تاسیسات انتقال و در برخی موارد نیاز به تصفیه تکمیلی در محل مصرف</p>	صنعتی
<p>میزان نیاز آبی: متوسط تا بالا و در اغلب موارد مصرف به صورت غیر مستقیم می‌باشد. مدت زمان مصرف: در اغلب موارد بدون محدودیت زمانی می‌باشد. کیفیت فاضلاب تصفیه شده: از آن‌جا که اغلب مصارف غیر مستقیم می‌باشد کیفیت فاضلاب تصفیه شده با توجه به ویژگی‌های محیط پذیرنده باید تعیین شود. نهادهای مرتبط: اغلب محدود از جمله وزارت نیرو، محیط زیست و در برخی موارد بهداشت می‌باشد. ظرفیت سازی: کم و اغلب نیاز به ایجاد ظرفیت فنی جهت کنترل و پایش کیفیت فاضلاب تصفیه شده و منبع پذیرنده می‌باشد. پیامدهای بهداشتی: در صورت عدم رعایت الزامات دارای پیامدهای بهداشتی قابل توجه به ویژه در صورت تماس انسان با فاضلاب تصفیه شده، آب آلوده در مصارف تفرجی و گسترش بیماری‌های مرتبط با آب پیامدهای زیست محیطی: در صورت عدم رعایت الزامات دارای پیامدهای زیست محیطی قابل توجه به ویژه از طریق آلوگی محیط‌های پذیرنده</p> <p>پیامدهای اقتصادی: قابل توجه به ویژه در مناطق با کمبود آب از طریق تامین بخشی از نیاز آبی محیط زیست و امکان تخصیص منابع آب به سایر فعالیتها و فراهم کردن زمینه گسترش فعالیت‌های تفرجی</p> <p>پیامدهای اجتماعی: در صورت رعایت الزامات مربوط پیامدهای دارای تاثیر مثبت به ویژه از طریق ایجاد اشتغال محدودیت‌های فنی: از آن‌جا که اغلب فاضلاب تصفیه شده به طور غیر مستقیم برای این نوع مصارف استفاده می‌شود اغلب محدودیت‌های فنی کم می‌باشد. نیاز به تاسیسات پایین دستی: نیاز به تاسیسات انتقال فاضلاب تصفیه شده به منبع پذیرنده وجود دارد</p>	محیط زیست و تفرج

۴-۳- استانداردها و معیارهای استفاده از فاضلاب تصفیه شده

استانداردها و معیارهای استفاده از فاضلاب تصفیه شده بر اساس ویژگی‌ها و الزامات مصرف‌کنندگان مشخص می‌شوند. جدول ۲ مهم‌ترین عوامل تاثیر گذار و جنبه‌های زیست‌محیطی و بهداشتی آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مهم‌ترین پارامترهای تاثیر گذار و جنبه‌های زیست محیطی و بهداشتی آن‌ها

طبقه ترکیبات	نام ترکیبات	جنبه‌های زیست محیطی و بهداشتی استفاده از فاضلاب تصفیه شده
ذرات معلق	ذرات معلق (SS) شامل ذرات فرار و غیر فرار	آلینده‌های آلی، فلزات سنگین و ترکیبات مشابه به صورت ذرات جذب می‌شوند. مواد معلق می‌توانند لایه‌ای حفاظتی برای میکرو ارگانیسم‌ها در مقابل مواد گندزدا ایجاد کنند. این مواد می‌توانند موجب گرفتگی سامانه‌های آبیاری شوند. موجب تجمع لجن و تجزیه بی‌هوایی آن می‌شوند.
مواد آبی قابل تجزیه	BOD	مواد آبی منبع غذایی برای میکرو ارگانیسم‌ها هستند و بر فرایندهای گندزدایی فاضلاب تصفیه شده اثر منفی دارند.
	COD	باعث نامناسب شدن آب برای مصارف صنعتی و برخی از دیگر مصارف می‌شوند. اکسیژن محلول را مصرف کرده و احتمال اثر منفی مزمن یا حاد بر کیفیت فاضلاب تصفیه شده وجود دارد.
	TOC	نیتروژن، فسفر و پتاسیم، مواد غذایی ضروری برای گیاهان می‌باشند و وجود آن‌ها در فاضلاب تصفیه شده معمولاً ارزش آن را برای مصارف کشاورزی افزایش می‌دهد. در صورت تخلیه این مواد به اکوسیستم‌های آبی نیتروژن و فسفر ممکن است باعث رشد بیش از حد و نامناسب گونه‌های مختلف گیاهی شود. در صورت تخلیه در سطح اراضی یا تنفسیه مصنوعی ممکن است باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی شود.
مواد مغذی گیاهی	نیتروژن فسفر پتاسیم	برخی از این ترکیبات در محیط‌زیست سمی هستند و وجود آن‌ها در فاضلاب تصفیه شده موجب محدودیت استفاده برای مصارف کشاورزی یا سایر مصارف می‌شود. برخی از این مواد در مقابل روش‌های تصفیه فاضلاب متعارف مقاومت می‌کنند.
مواد آلی پایدار	pH	pH فاضلاب بر فرایندهای گندزدایی، انعقاد و حلالیت فلزات موثر است. pH معمول فاضلاب‌های شهری بین ۶/۵ تا ۸/۵ است ولی ورود فاضلاب‌های صنعتی می‌تواند این مقادیر را به میزان قابل توجهی تغییر دهد.
فلزات سنگین	کادمیم، جیوه، نیکل و ...	برخی از فلزات سنگین در محیط‌زیست حالت تجمعی دارند و برای گیاهان و جانوران سمی هستند. وجود این مواد در فاضلاب تصفیه شده باعث کاهش قابلیت استفاده می‌شود.
مواد معدنی محلول	جامدات محلول کل هدايت الکتریکی عناصر خاص مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلر و بُر	شوری بیش از حد ممکن است به برخی محصولات کشاورزی لطمه بزند. یون‌های برخی مواد معدنی محلول مانند کلر، سدیم و بُر برای برخی از محصولات سمی هستند (برای مثال برای برخی از محصولات کشاورزی، یون سدیم ممکن است باعث بروز مشکلات پایداری کلسیم، سدیم، منیزیم، کلر و بُر در خاک شود).
کلر باقیمانده	کلر آزاد و کلر ترکیبی	مقادیر زیاد کلر آزاد باقیمانده (بیش از ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر، ممکن است باعث سوختگی حاشیه برگ و آسیب برخی از گیاهان حساس شود. با این حال بخش عمده‌ای از کلر باقیمانده در فاضلاب تصفیه شده از نوع ترکیبی است و موجب اثر سو بر محصولات نمی‌شود. در مورد احتمال آلودگی آب‌های زیرزمینی در نتیجه آثار سمی مواد آلی کلردار نگرانی‌هایی وجود دارد.
پاتوژن‌ها	شانص‌هایی مانند کلیفرم مدفعی و کلیفرم کل	احتمال انتقال بیماری‌های همه‌گیر از طریق فاضلاب تصفیه شده وجود دارد. احتمال انتقال انگل‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌های بیماری‌زا وجود دارد.

هر چند معیارهای فوق راهنمای مناسبی برای در نظر گرفتن جنبه‌های کیفیت در مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده می‌باشد ولی اعمال کاربردی جنبه‌های کیفیت در فرایند استفاده نیازمند مقادیر عددی و لازم الاجرا می‌باشد. در حال حاضر در ایران سازمان حفاظت محیط زیست تنها مرجع ارایه دهنده استانداردهای کیفیت فاضلاب تصفیه شده برای تخلیه به سه منبع (۱) آب‌های

سطحی، (۲) چاه جاذب، (۳) مصارف کشاورزی و آبیاری می‌باشد که استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست مربوط برای استفاده از فاضلاب تصفیه شده می‌باشند.

با این وجود طبقه‌بندی منابع پذیرنده یا استفاده فاضلاب تصفیه شده در ایران با مصارف متنوع آن که پیش از این بیان شد، انطباق مناسبی ندارد. بدیهی است از نظر قانونی مشاورین و طراحان تصفیه‌خانه‌ها ملزم به رعایت استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست می‌باشند با این وجود توصیه می‌شود در غیاب استانداردهای مذکور معیارها و استانداردهای بین‌المللی استفاده شوند. از این‌رو در این راهنمای ابتدا استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران ارایه و پس از آن با توجه به معیارها و استانداردهای بین‌المللی توصیه‌هایی برای رعایت الزامات مصرف‌کنندگان در برنامه‌ریزی استفاده فاضلاب تصفیه شده ارایه شده است.

۱- بر اساس ماده ۶۸۸ قانون مجازات اسلامی مواردی که احتمال تهدید بهداشت عمومی تلقی شود از جمله استفاده غیر مجاز از فاضلاب ممنوع اعلام شده و برای افرادی که مبادرت به این امر کنند مجازات درنظر گرفته شده است. بر اساس این ماده قانونی مرجع تشخیص موارد و صدور مجوز از این نظر، سازمان حفاظت محیط‌زیست و وزارت بهداشت اعلام گردیده‌اند. لازم به ذکر است در حال حاضر طرح تهییه ضوابط و معیارهای فنی تدوین سه استاندارد برای منابع آب خام برای مصارف ۱- شرب، ۲- صنعت و تفرج‌ها (در این مورد راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب خام، پساب‌ها و آبهای برگشتی برای مصارف صنعتی و تفرجی، ۳- الف تهییه شده است) و ۳- کشاورزی را در دست انجام دارد که با نهایی شدن آن‌ها مرجع مناسبی برای تکمیل استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست فراهم خواهد شد.

جدول ۳- استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست برای تخلیه فاضلاب تصفیه شده به منابع پذیرنده مختلف

ردیف	مواد آلوده کننده	تخلیه به آب‌های سطحی میلی‌گرم بر لیتر	تخلیه به چاه جاذب میلی‌گرم بر لیتر	مصارف کشاورزی و آبیاری میلی‌گرم بر لیتر
۱	Ag، نقره	۱	۰/۱	۰/۱
۲	Al، آلومینیوم	۵	۵	۵
۳	As، آرسنیک	۰/۱	۰/۱	۰/۱
۴	B، بُر	۲	۱	۱
۵	Br، باریم	۵	۱	۱
۶	Be، بریلیوم	۰/۱	۱	۰/۵
۷	Ca، کلسیم	۷۵	—	—
۸	Cd، کادمیوم	۰/۱	۰/۱	۰/۰۵
۹	Cl، کلر آزاد	۱	۱	۰/۲
۱۰	Cl-, کلراید	(۶۰۰ تبصره دو)	(۶۰۰ تبصره یک)	۶۰۰
۱۱	CH ₂ O، فرمالدئید	۱	۱	۱
۱۲	C ₆ H ₅ OH، فنل	۱	ناجیز	ناجیز
۱۳	CN، سیانور	۰/۵	۰/۱	۰/۱
۱۴	Co، کبالت	۱	۱	۰/۰۵
۱۵	Cr ⁶⁺ , کرم	۰/۵	۱	۱
۱۶	Cr ³⁺ , کرم	۲	۲	۲
۱۷	Cu، مس	۱	۱	۰/۲
۱۸	F، فلوراید	۲/۵	۲	۲
۱۹	Fe، آهن	۳	۳	۳
۲۰	Hg، جیوه	ناجیز	ناجیز	ناجیز
۲۱	Li، لیتیم	۲/۵	۲/۵	۲/۵
۲۲	Mg، منیزیم	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۲۳	Mn، منگنز	۱	۱	۱
۲۴	Mo، مولیبدن	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
۲۵	Ni، نیکل	۲	۲	۲
۲۶	Amونیم بر حسب، NH ₄ ⁺	۱	۲/۵	—
۲۷	NO ₂ ⁻ , نیتریت بر حسب	۱۰	۱۰	—
۲۸	NO ₃ ⁻ , نیترات بر حسب	۱۰	۵۰	—
۲۹	فسفات بر حسب فسفر	۶	۶	۶
۳۰	Pb، سرب	۱	۱	۱
۳۱	Se، سلنیم	۰/۱	۰/۱	۰/۱
۳۲	SH ₂ , سولفید	۳	۳	۳
۳۳	SO ₃ ⁻ , سولفیت	۱	۱	۱
۳۴	SO ₄ 2-, سولفات	(۴۰۰ تبصره دو)	(۴۰۰ تبصره یک)	۵۰۰

ادامه جدول ۳- استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست برای تخلیه فاضلاب تصفیه شده به منابع پذیرنده مختلف

ردیف	مواد آلوده کننده	تخلیه به آب‌های سطحی میلی‌گرم بر لیتر	تخلیه به چاه جاذب میلی‌گرم بر لیتر	المصادر کشاورزی و آبیاری میلی‌گرم بر لیتر
۳۵	V وانادیم،	۰/۱	۰/۱	-
۳۶	Zn روی،	۲	۲	۲
۳۷	چربی روغن	۱۰	۱۰	۱۰
۳۸	ABS دترجنت،	۰/۵	۰/۵	۰/۵
۳۹	BOD5 بی. او. دی (تبصره سه)،	۱۰۰ (لحظه‌ای ۵۰)	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	
۴۰	COD سی او دی (تبصره سه)،	۲۰۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)	
۴۱	اکسیژن محلول (حداقل)، DO	۲	-	-
۴۲	TDS مجموع مواد جامد محلول،	(تبصره دو)	(تبصره یک)	
۴۳	TSS مجموع مواد جامد معلق،	-	(لحظه‌ای ۴۰)	۱۰۰
۴۴	SS مواد قابل ته نشینی،	-	-	-
۴۵	pH حدود	۵-۹	۶/۵-۸/۵	۶-۸/۵
۴۶	مواد رادیو اکتیو (پیکوکوری)	.	.	.
۴۷	کوروت (واحد دورت)	-	۵۰	۵۰
۴۸	رنگ (واحد رنگ)	۷۵	۷۵	۷۵
۴۹	درجه حرارت، T (درجه سیلیسیوس)	-	(تبصره سه)	-
۵۰	کلیفرم گوارشی (تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر)	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰
۵۱	کل کلیفرمها (تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر)	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
۵۲	تخم انگل	(تبصره چهار)	-	-

تبصره یک: تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که فاضلاب تصفیه شده خروجی، غلظت کلراید، سولفات و مواد محلول منبع پذیرنده را در شاعع ۲۰۰ متری بیش از ۱۰ درصد افزایش ندهد.

تبصره دو: تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که افزایش کلراید، سولفات و مواد محلول فاضلاب تصفیه شده خروجی نسبت به آب مصرفی بیش از ۱۰ درصد نباشد.

تبصره سه: درجه حرارت باید به میزانی باشد که بیش از ۳ درجه سیلیسیوس در شاعع ۲۰۰ متری محل ورود آن، درجه حرارت منبع پذیرنده را افزایش یا کاهش ندهد.

تبصره چهار: تعداد تخم انگل (نماتد) در فاضلاب تصفیه شده شهری در صورت استفاده از آن جهت آبیاری محصولاتی که به صورت خام مورد مصرف قرار می‌گیرد نباید بیش از یک عدد بر لیتر باشد.

با وجود استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست توصیه می‌شود که به هنگام انجام مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده، مشاوران متناسب با نوع مصرف، معیارها و توصیه‌های زیر را نیز مورد توجه قرار دهند.

الف - کاربردهای آبیاری کشاورزی

با توجه به سهم عمدۀ مصارف کشاورزی انتظار می‌رود این بخش مهم‌ترین متقاضی استفاده فاضلاب تصفیه شده باشد و در استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست مصارف آبیاری به صورت مجزا به عنوان یکی از منابع پذیرنده ذکر شده است.

با این وجود با توجه به احتمال انتقال بیماری به کشاورزان و مصرف‌کنندگان محصولات در مراجع بین المللی کیفیت باکتریولوژیک آب کشاورزی به سه طبقه اصلی تقسیم و معیارهایی برای هر طبقه ارایه شده است. جدول ۴ این معیارها را نشان می‌دهد.

جدول ۴- معیارهای کیفیت باکتریولوژیک فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری کشاورزی

نوع تصفیه فاضلاب مورد نیاز جهت تامین شرایط کیفیت آب	شاخص‌های آلودگی میکروبی کلیفرم‌های مذکوی (متوسط هندسی تعداد در هر صد میلی لیتر) ^۴	نماذج‌های روده‌ای ^۲ (متوسط حسابی تعداد تخم در هر لیتر) ^۳	گروه در معرض مشخصات	طبقه کشاورزی
تصفیه پیشرفته تا حدی که نیازهای کیفیت باکتریولوژیک آب تامین شود.	کمتر یا برابر ۱۰۰۰	کمتر از یک	کارگران، مصرف‌کنندگان، عموم جامعه	محصولاتی که احتمال مصرف خام دارند، زمین‌های ورزشی، پارک‌های عمومی ^۵
زمان ماند در برکه‌های تصفیه هشت تا ۱۰ روز یا به میزان مورد نیاز برای حذف کلیفرم‌های مذکوی و تخم انگل	حد استانداردی ارایه نشده	کمتر از یک	کارگرها	آبیاری غلات، محصولات صنعتی، محصولات غذایی، چراگاه‌ها و آبیاری درخت‌ها ^۶
نیاز به تصفیه اولیه فاضلاب ولی این تصفیه نباید کمتر از ته‌نشینی اولیه باشد.	—	—	هیچ گروهی	آبیاری محدود گروه ب در صورتی که کارگران و جامعه در معرض قرار نداشته باشند.

علاوه بر نکات بیان شده در جدول ۴، در مواردی که کاربرد فاضلاب تصفیه شده، آبیاری کشاورزی باشد. مطابق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست محدودیتی برای پارامترهای آمونیوم، نیتریت و نیترات وجود ندارد. همچنان پارامتر نیتروژن آلی نیز در استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست ذکر نشده است، در حالی که از یک طرف به دلیل وقوع پدیده نیتریفیکاسیون اجباری در طی فرایند هواده‌ی در سامانه‌های تصفیه فاضلاب لجن فعال، بخشی از اکسیژن تامین شده، صرف این پدیده شده و عملاً موجب می‌شود که سامانه‌های

۱- در موارد خاص باید وضعیت همه گیری بیماری‌ها در جوامع محلی و جنبه‌های فرهنگی و اجتماعی نیز مورد توجه قرار گیرد.

۲- کرم‌های قلابدار، آسکاریس و Trichuris

۳- مقدار در زمان آبیاری

۴- برای مراکز عمومی مانند هتل‌ها که ممکن است تماس مردم بیشتر باشد استانداردهای دقیق‌تری باید به کار برده شود (کمتر از ۲۰۰ کلیفرم مذکوی در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر)

۵- برای مراکز عمومی مانند هتل‌ها که ممکن است تماس مردم بیشتر باشد استانداردهای دقیق‌تری باید به کار برده شود (کمتر از ۲۰۰ کلیفرم مذکوی در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر)

۶- برای آبیاری درختان میوه، باید بین آخرین نوبت آبیاری و برداشت محصول حداقل دو هفته فاصله باشد و هیچ محصولی از روی زمین جمع آوری نشود. همچنان آبیاری بارانی نباید استفاده شود.

تصفیه قادر به حذف مناسب مواد آلی نباشد و از سوی دیگر، مطابق توصیه‌های سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی^۱ محدوده مناسب برای نیتروژن (انواع ترکیبات نیتروژن) بین ۵ تا ۳۵ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. از این رو مشاوران باید حتی در مواردی که کاربرد فاضلاب تصفیه شده، آبیاری کشاورزی می‌باشد محاسبات نیتریفیکاسیون اجباری، دنیتریفیکاسیون و برآورد میزان نیتروژن فاضلاب تصفیه شده خروجی را انجام دهند.

همچنین برای مقادیر مجاز تخم انگل و کلیفرم‌های مدفووعی و کل، در مواردی که مقادیر ارایه شده در جدول ۴ کمتر از استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست می‌باشد، توصیه می‌شود مقادیر جدول ۴ ملاک عمل قرار گیرند.

ب- کاربردهای تغذیه مصنوعی

در تغذیه مصنوعی به دلیل ویژگی‌های خاص منابع آب زیرزمینی فرایندهای کاهش و حذف آلاینده‌ها با سایر منابع متفاوت است. بنابراین هر چند تخلیه فاضلاب تصفیه شده به چاه جاذب به عنوان یکی از منابع پذیرنده در استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ذکر شده است ولی به هنگام کاربرد فاضلاب تصفیه شده در تغذیه مصنوعی باید نکات ویژه‌ای را متناسب با روش تغذیه مدنظر قرار داد.

• تغذیه مصنوعی به روش پخش سطحی

به هنگام استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای تغذیه مصنوعی به روش پخش سطحی موارد زیر باید مدنظر قرار گیرند:

- به طور معمول این روش در زمین‌هایی انجام می‌شود که با توجه به دانه‌بندی و بافت خاک، نفوذپذیری خاک مناسب باشد و از تجمع فاضلاب تصفیه شده در سطح گسترده‌ای از زمین برای مدت طولانی جلوگیری شود.
- لایه محدود کننده حرکت آب به اعماق بیشتر وجود نداشته باشد.
- خاک و سازندهای زمین‌شناسی منطقه به گونه‌ای نباشد که باعث حرکت مستقیم آب‌های سطحی (بدون فیلتراسیون در لایه‌های خاک) به لایه‌های آبدار شود.
- خاک رس یا رسوبات باید دارای مواد آلی به میزان کافی باشند تا امکان جذب فلزات سنگین یا عناصر کمیاب توسعه خاک فراهم شود.
- بالا بودن کربن خاک به تسریع فرایند نیتریفیکاسیون در خاک و کاهش مواد آلی فاضلاب تصفیه شده در تغذیه مصنوعی کمک می‌کند.

علاوه بر موارد فوق پارامترهای زیر باید در مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای تغذیه مصنوعی به روش پخش سطحی

مد نظر قرار گیرند:

- ویژگی‌های فیزیکی رسوبات سطح خاک
- عمق آب زیرزمینی
- میزان برداشت آب، عمق رسوبات و میزان نوسان‌های مجاز سطح آب
- الگوی نفوذ، گرادیان هیدرولیک و وضعیت پمپاژ آب در منطقه

- موانع سازندی و خاک افقی و عمودی موجود در آبخوان و نحوه حرکت افقی آب‌های زیرزمینی
- وضعیت اکسیداسیون آب زیرزمینی آبخوان مورد نظر
- نوع مصارف موجود و نقاط برداشت آب زیرزمینی
- وضعیت اکوسیستم‌های طبیعی مجاور به ویژه تالاب‌ها و احتمال تماس مستقیم جانوران وحشی با گسترهای فاضلاب تصفیه شده تخلیه شده برای تغذیه مصنوعی و اثرهای مربوط آن

به طور معمول با توجه به نکات پیش‌گفته و همچنین حساسیت‌های کیفیت آب، فاضلاب تصفیه شده مورد استفاده برای تغذیه مصنوعی در این روش باید تصفیه ثانویه شامل فیلتراسیون و گندزدایی را سپری کند و در مواردی نیز با توجه به حساسیت‌های موجود ممکن است تصفیه تكمیلی نیز نیاز باشد.

• تغذیه مصنوعی به روش چاه تزریق فاضلاب تصفیه شده به ناحیه غیر اشبع

یکی از موارد مهم که به ویژه از نظر فنی در این روش باید مدنظر قرار گیرد عدم امکان شستشوی معکوس چاه‌های تغذیه در این روش می‌باشد. بدین ترتیب در این روش تغذیه مصنوعی در صورت بالا بودن ذرات معلق در فاضلاب تصفیه شده احتمال گرفتگی خلل و فرج چاه‌های تزریق وجود دارد که در این صورت چاه‌های تزریق به طور کامل کارایی خود را از دست می‌دهند. سایر جنبه‌های استفاده در این روش مشابه روش پخش سطحی می‌باشند.

• تغذیه مصنوعی به روش چاه‌های تزریق مستقیم فاضلاب تصفیه شده به ناحیه اشبع

در این روش فیلتراسیون فاضلاب تصفیه شده توسط ناحیه‌های خاک ناچیز است و فاضلاب تصفیه شده با همان مشخصات کیفی به طور مستقیم به منبع آب زیرزمینی منتقل می‌شود. بنابراین به دلیل حذف عامل تصفیه آلانینده‌ها توسط خاک و جهت حفظ قابلیت‌های هیدرولیکی چاه‌های تزریق، فاضلاب تصفیه شده مورد استفاده در این روش باید کیفیت به مراتب بهتری نسبت به سایر روش‌های تغذیه مصنوعی داشته باشد. به همین دلیل معمولاً فاضلاب تصفیه شده مورد استفاده در این روش تغذیه مصنوعی باید پس از تصفیه ثانویه، مراحل تصفیه پیشرفت‌های را مانند گندزدایی، فیلتراسیون، هوادهی، تبادل یونی، کربن فعال و اسمز معکوس یا سایر روش‌های مورد نیاز را طی کنند.

در این روش فقط از طریق انجام روش‌های تصفیه تکمیلی می‌توان از کیفیت مناسب فاضلاب تصفیه شده برای استفاده و حفظ کیفیت آبخوان اطمینان یافت. حتی در برخی از موارد کیفیت فاضلاب تصفیه شده در حد استانداردهای آب شرب برای تزریق مستقیم به آبخوان توصیه شده است.

در حال حاضر استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست برای تخلیه فاضلاب تصفیه شده به چاه با هدف تغذیه مصنوعی برای پارامترهای کدورت، مواد قابل تهشینی و مجموع مواد جامد معلق محدودیتی ندارد. در این موارد ضروری است مشاوران توضیحات ارایه شده در این بخش را مورد توجه قرار دهند چرا که اغلب بالا بودن مقادیر این پارامترها به خصوص در روش‌های تزریق به ناحیه غیر اشبع و تخلیه مستقیم به آبخوان، موجب گرفتگی خلل و فرج چاه‌های تزریق فاضلاب تصفیه شده و تغییر مشخصات هیدرولیکی آن‌ها می‌شود که در نتیجه از نظر جنبه‌های فنی عملکارایی تغذیه مصنوعی و هزینه‌های مربوط آن را تحت تاثیر قرار خواهد داد.

ج- کاربردهای صنعت و معدن

نیاز صنایع مختلف از نظر کمی و کیفی بسیار متنوع می‌باشد، در نتیجه استاندارد واحدی برای آن‌ها ارایه نشده است. بنابراین جهت تعیین مقادیر قابل قبول پارامترهای کیفیت فاضلاب تصفیه شده برای صنعت، مشاوران باید ابتدا مصارف صنعتی فاضلاب تصفیه شده در منطقه را شناسایی و بر اساس الزامات آن‌ها و توافق‌های دو جانبه با صاحبان صنایع، برنامه‌ریزی استفاده و تخصیص فاضلاب تصفیه شده را انجام دهند.

د- کاربردهای محیط زیست و تفرج

مصارف محیط‌زیست می‌تواند جنبه‌های متعددی داشته باشد و در استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست حدود مجاز برای برخی جنبه‌ها به منظور حفاظت محیط زیست ارایه شده است. با این وجود برخی مقادیر ارایه شده در این استاندارد از حدود واقعی حفاظت کننده محیط بسیار فراتر می‌باشد. از جمله مهم‌ترین این پارامترها حد مجاز فسفات برای تخلیه به آب‌های سطحی می‌باشد که معادل شش میلی گرم بر لیتر فسفر ذکر شده است در حالی که حد محدود کننده فسفر برای جلوگیری از پدیده اوتوفیکاسیون بسیار کمتر از این مقدار می‌باشد. بنابراین هر چند در حال حاضر رعایت استانداردهای سازمان کفايت می‌کند ولی توصیه می‌شود در کاربردهای محیط‌زیست غلظت فسفر خروجی در فاضلاب تصفیه شده حداکثر یک میلی گرم بر لیتر بر حسب فسفر در نظر گرفته شود.

فصل ۵

ارزیابی، تحلیل و اصلاح فرایند تصفیه فاضلاب

۱- کلیات

ارزیابی، تحلیل و اصلاح فرایند تصفیه فاضلاب به منظور حصول اطمینان از دستیابی به الزامات مصرف کنندگان انجام می‌شود. با توجه به وضعیت تصفیه‌خانه ارزیابی و اصلاح می‌تواند در سه سطح زیر انجام شود:

- تصفیه‌خانه‌های در دست طراحی
- تصفیه‌خانه‌های در دست ساخت
- تصفیه‌خانه‌های در حال بهره‌برداری

همچنین از آنجا که کمیت و کیفیت فاضلاب تصفیه شده و تغییرات زمانی آن‌ها بر مصرف کنندگان تاثیرگذار می‌باشد، در بخش تحلیل فرایند میزان تاثیرگذاری فرایندهای مختلف تصفیه بر کیفیت، کمیت و تغییرات زمانی آن‌ها بر فاضلاب تصفیه شده باید بررسی شود.

۲- کیفیت فاضلاب تصفیه شده

فاضلاب خام شهری عمدتاً حاوی فسفر، نیتروژن، مواد آلی اکسیژن خواه، عوامل پاتوژن، دترجینتها، چربی و روغن و مواد معلق است. همچنین در صورت تخلیه فاضلاب صنعتی به شبکه با توجه به نوع صنعت، علاوه بر مواد فوق احتمال وجود فلزات سنگین و سایر مواد سمی نیز در فاضلاب خواهد بود.

به طور معمول به هنگام طراحی یا ارزیابی فرایندهای تصفیه فاضلاب، کیفیت فاضلاب خام و کیفیت مجاز برای تخلیه یا استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای تعیین درجه تصفیه مورد نیاز، برآورد و به عنوان مبانی طراحی درنظر گرفته می‌شود و فرایندهای مورد نیاز برای دستیابی به کیفیت مورد نظر بر اساس این اطلاعات تعیین شوند.

در مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده مشاور باید اقدام به ارزیابی مجدد سامانه تصفیه به منظور حصول اطمینان از قابلیت دستیابی به محدوده کیفیت مورد نظر و در صورت لزوم اصلاح آن نماید. ارزیابی فرایندهای تصفیه در بخش کیفیت فاضلاب تصفیه شده باید به گونه‌ای انجام شود که حداقل سوالات زیر را پاسخ دهد:

- ۱- آیا کیفیت فاضلاب خام ورودی مطابق مبانی طراحی مفروض در طرح اولیه می‌باشد؟ (برای تصفیه‌خانه‌های در حال بهره‌برداری بر اساس آنالیز فاضلاب تصفیه شده ورودی و برای تصفیه‌خانه‌های در دست ساخت یا طراحی از طریق کنترل محاسبات و داده‌های مورد استفاده)
- ۲- آیا کیفیت فاضلاب تصفیه شده خروجی مطابق مبانی طراحی مفروض در طرح اولیه می‌باشد؟ (برای تصفیه‌خانه‌های در حال بهره‌برداری بر اساس آنالیز فاضلاب تصفیه شده خروجی و برای تصفیه‌خانه‌های در دست ساخت یا طراحی از طریق کنترل محاسبات و داده‌های مورد استفاده)
- ۳- آیا کیفیت خروجی مطابق نیازهای مصرف کنندگان فاضلاب تصفیه شده می‌باشد؟ (از طریق مقایسه کیفیت فاضلاب تصفیه شده خروجی- بند ۲- با الزامات کیفیت مصرف کنندگان تعیین شده)
- ۴- چه عواملی می‌توانند موجب تغییر کیفیت فاضلاب تصفیه شده و خروج آن از محدوده قابل قبول برای استفاده شوند؟ میزان اثر گذاری آن‌ها چقدر می‌باشد و چگونه می‌توان با آن‌ها مقابله کرد؟

۵- آیا نیاز به اصلاح فرایند می‌باشد؟ (با توجه به نتایج سوالات چهارگانه فوق)، چه نوع اصلاحاتی باید انجام داد؟ (با تأکید بر روش‌های غیر سازه‌ای)

مشاور باید به هنگام ارایه پیشنهاد اصلاحی قابل انجام بودن آن را از نظر جنبه‌های فنی و مالی نیز ارزیابی کند. برای مثال مشاور باید بررسی کند که آیا برای انجام اصلاحات پیشنهادی زمین کافی در دسترس است؟ آیا تجهیزات مورد نیاز با هزینه مناسب قابل تهییه هستند و آیا امکان از مدار خارج کردن برخی واحدها برای انجام اصلاحات وجود دارد؟

توجه به این نکته ضروری است که به دلیل تقاضای فصلی یا مقطوعی برخی مصرف‌کنندگان، مشاوران باید علاوه بر رعایت الزامات مصرف‌کنندگان اصلی، الزامات مصرف‌کنندگان جایگزین یا منابع پذیرنده را نیز مد نظر قرار دهند. به علاوه امکان استفاده از فاضلاب تصفیه شده هر تصفیه‌خانه برای مصارف مختلف وجود خواهد داشت که بالطبع هر یک نیازها و الزامات کیفی خاص خود را خواهند داشت. در این شرایط در ارزیابی فرایند تصفیه باید الزامات مصرف‌کنندگانی که بهترین کیفیت را نیاز دارد به عنوان مبنای مطالعات و ارزیابی فرایند در نظر گرفته شود.

همچنین باید توجه داشت که به طور معمول به منظور جلوگیری از بروز اخلال در عملکرد تصفیه‌خانه، برنامه کنترل و بازرگانی منابع صنعتی توسط نهادهای مسؤول به اجرا در آید، ولی لازم است در مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده پایش‌ها و کنترل‌های مورد نیاز و ساختار سازمانی اجرای آن‌ها پیش‌بینی شود.

۳- کمیت فاضلاب تصفیه شده

کمیت فاضلاب تصفیه شده و تغییرات آن در طول زمان از جمله مواردی است که می‌تواند بر برخی از مصرف‌کنندگان به ویژه در برخی موقع که نیاز آبی مصرف‌کنندگان به حداکثر می‌رسد تاثیر نامطلوب داشته باشد.

از آن‌جا که به طور معمول احداث و توسعه شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب به تدریج و در طی سالیان متعدد انجام می‌شود، میزان بدء فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه و در نتیجه فاضلاب تصفیه شده خروجی متناسب با آن افزایش خواهد یافت. همچنین بدء فاضلاب خام و فاضلاب تصفیه شده تابعی از نوسان‌های روزانه، فصلی، روش تصفیه فاضلاب (روش‌های با حجم ذخیره بالا مانند برکه تثبیت یا حجم ذخیره پایین مانند لجن فعال متعارف بر روی بدء فاضلاب تصفیه شده خروجی تاثیر می‌گذارند) می‌باشد. مشاوران باید این مساله را به ویژه در تابع تقاضای مصرف‌کنندگان مورد توجه قرار دهند. به عبارت دیگر تناسب بین رشد بدء فاضلاب تصفیه شده با رشد تقاضای مصرف‌کنندگان و تطابق نوسان‌های مربوط به آن باید در مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده در نظر گرفته شود.

باید توجه داشت که تابع تقاضای برخی مصرف‌کنندگان فصلی یا مقطوعی می‌باشد، بنابراین مشاوران باید نیازها و الزامات مصرف‌کنندگان یا منابع پذیرنده جایگزین را نیز مورد توجه قرار دهند (به جدول ۱ ویژگی‌های عمومی مصرف‌کنندگان رجوع شود). در برخی موارد امکان ذخیره‌سازی فاضلاب تصفیه شده در آب بندها یا سدها (به ویژه سدهای کوچک) به همراه سایر آب‌ها یا به تنهایی وجود دارد. این‌گونه موارد می‌تواند در ذخیره‌سازی فاضلاب تصفیه شده (با توجه به پیوستگی تولید آن) و استفاده به هنگام نیاز

مورد توجه قرار گیرند^۱، ولی باید مساله تغییر کیفیت فاضلاب تصفیه شده به ویژه پدیده اوتوفیکاسیون و حجم ذخیره‌سازی و تابع تقاضای مصرف فاضلاب تصفیه شده در مطالعات مورد توجه قرار گیرند. همچنین در فرایندهای تصفیه که نیاز به زمین زیاد دارند (مانند برکه‌های تثبیت و لاغون‌های هوادهی) یا ذخیره‌سازی فاضلاب تصفیه شده اغلب به دلیل بالا بودن نرخ تبخیر و یا نفوذ، مشاور باید محاسبات کمیت و کیفیت فاضلاب تصفیه شده به ویژه مواد محلول، آنیون‌ها و کاتیون‌ها را با توجه به میزان تبخیر و نفوذ انجام دهد.

۱- علاوه بر امكان ذخیره سازی فاضلاب در محل تصفیه خانه یا سدها و آب بندها امكان ذخیره سازی فاضلاب تصفیه شده در محل زمین های کشاورزی در فصول غیر کشت نیز می تواند به عنوان یک راهکار مد نظر قرار گیرد.

فصل ۶

مدیریت استفاده از فاضلاب تصفیه شده

۶-۱- کلیات

کنترل‌ها و پایش‌های مورد نیاز، بخشی از برنامه مدیریت استفاده فاضلاب تصفیه شده هستند. از آن‌جا که مصرف کنندگان به تغییرات احتمالی فاضلاب تصفیه شده به ویژه کیفیت آن حساس و آسیب‌پذیر هستند، باید با اجرای برنامه پایش و کنترل احتمال وقوع شرایط نامطلوب را به حداقل رساند. شرایط نامطلوب می‌تواند ناشی از عوامل مختلف مانند بروز شوک هیدرولیکی، شوک بار آلی / مواد سمی، از کار افتادن برخی واحدها، حوادث خطوط انتقال و حوادث طبیعی باشد. این بخش باید شامل انواع شرایط اضطراری، آثار و نحوه پایش و روش کنترل آن‌ها باشد. این تمهدیدات در شرایط خاص می‌تواند حتی شامل قطع جریان مصرف کننده با پیش آگاهی باشد. همچنین مسؤولیت حقوقی و قانونی طرفین (تامین کننده و مصرف کننده) در انجام پایش و کنترل‌های مورد نیاز و عواقب احتمالی اقدامات انجام شده از جمله مواردی هستند که باید در مطالعات بررسی و نکات و شروط لازم در قراردادهای فروش و مجوزهای تخصیص فاضلاب تصفیه شده گنجانده شوند.

علاوه بر موارد بالا لازم است تا مشاور تمهدیدات و اصلاحات مورد نیاز در تاسیسات موجود یا در دست ساخت برای مقابله با شرایط اضطراری و هزینه اجرای آن‌ها را بررسی کند. تمهدیدات مورد نیاز می‌تواند شامل اقدامات سازه‌ای مانند ساخت لاغون‌های نگهداری فاضلاب تصفیه شده یا خام (در صورت لزوم) و غیر سازه‌ای مانند آموزش بهره‌برداران، تهیه برنامه‌های اجرایی مقابله با شرایط اضطراری به ویژه مانورهای قابل انجام روی واحدهای فرایندی، کنترل‌ها و بازرگانی‌های دوره‌ای به منظور جلوگیری از بروز شوک (مانند جلوگیری از تخلیه مواد سمی) و پایش کمیت و کیفیت فاضلاب خام / تصفیه شده ورودی و خروجی باشد. باید توجه داشت که انجام اقدامات مدیریتی و غیر سازه‌ای به منظور مقابله با شرایط اضطراری ارجح می‌باشد.

۶-۲- نحوه استفاده از فاضلاب تصفیه شده

نحوه استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای تامین نیاز مصارف مختلف می‌تواند به دو صورت مستقیم یا غیر مستقیم باشد.

- تامین مستقیم: در این حالت فاضلاب تصفیه شده به طور مستقل به محل مصرف منتقل می‌شود و پس از انتقال به محل مصرف، مستقیماً مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- تامین غیر مستقیم: در این حالت فاضلاب تصفیه شده پس از تخلیه به منبع پذیرنده (منابع آب سطحی یا زیرزمینی) و پس از اختلاط با آب‌های سطحی یا زیرزمینی، به مصرف پیش‌بینی شده می‌رسد.

همچنین مصارف فاضلاب تصفیه شده را می‌توان به دو گروه بالفعل و بالقوه به شرح زیر تقسیم‌بندی کرد:

- مصارف بالفعل آن دسته از مصارف را در بر می‌گیرد که در زمان اجرای طرح امکان استفاده از فاضلاب تصفیه شده توسط آن‌ها با استفاده از امکانات و تاسیسات موجود یا در حال احداث وجود دارد. این گروه از مصارف شامل مصرف کنندگان فعلی منابع آب که امکان جایگزینی مصارف آن‌ها با فاضلاب تصفیه شده وجود دارد، نیز می‌شود. برای نمونه می‌توان به استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری زمین‌های کشاورزی موجود از طریق شبکه‌های آبیاری موجود اشاره کرد.

- مصارف بالقوه آن دسته از مصارفی را در بر می‌گیرد که از نظر فنی امکان استفاده از فاضلاب تصفیه شده در آن‌ها وجود دارد ولی در زمان اجرای طرح به دلیل عدم شناسایی یا ظرفیت سازی‌های لازم امکان استفاده از فاضلاب تصفیه شده

توسط آن‌ها وجود ندارد ولی با ظرفیت سازی‌های مورد نیاز و احداث تاسیسات مناسب می‌توان آن‌ها را به مصرف کنندگان بالفعل تبدیل کرد.

۶-۳- سایر ملاحظات

به هنگام تخصیص فاضلاب تصفیه شده برای مصارف آبیاری یا برآورد سطح زمین قابل آبیاری باید برنامه آیش زمین به دلیل محدودیت مصرف ممتد فاضلاب تصفیه شده، پایش کیفیت آب، خاک و محصولات تولیدی و بهداشت و سلامتی کشاورزان در برنامه پایش و کنترل گنجانده شوند.

همچنین در صورتی که فاضلاب تصفیه شده به صورت غیر مستقیم و پس از اختلاط با منابع آب سطحی مورد استفاده قرار می‌گیرد بدیهی است که رعایت استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست برای تخلیه فاضلاب تصفیه شده به محیط‌های پذیرنده الزامی است.

باید توجه داشت که اجرای همه بخش‌های برنامه پایش و کنترل، الزاماً بر عهده تامین‌کننده یا مصرف کننده فاضلاب تصفیه شده نمی‌باشد و مشاور باید با توجه به قوانین و مقررات و وظایف قانونی نهادهای مرتبط وظایف هر یک از نهادها را در اجرای این برنامه مشخص کند.

۶-۴- ساختار سازمانی

همانطور که در بند ۳-۶ اشاره شد اجرای برنامه مدیریت استفاده از فاضلاب تصفیه شده تنها بر عهده تامین‌کننده یا مصرف کننده نبوده و سایر نهادها نیز بر اساس وظایف قانونی خود مسؤول اجرای بخشی از آن می‌باشند. جدول ۵ مهم‌ترین نهادهای مرتبط و مسؤولیت آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۶-۱- مهم‌ترین نهادهای مرتبط با برنامه استفاده از فاضلاب تصفیه شده و مسؤولیت آن‌ها

تامین کننده	برنامه‌ریزی و مدیریت تخصیص و بهره‌برداری	صرف کنندگان	مجری برنامه‌های پایش و کنترل	مسوول کنترل و تضمین کیفیت برنامه پایش ^۱
شرکت آب و فاضلاب	شرکت آب منطقه‌ای شرکت آب و فاضلاب	کشاورزی صنعت مدیریت شهری محیط‌زیست آب منطقه‌ای	وزارت نیرو وزارت جهاد کشاورزی شهرداری صنایع	وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی سازمان حفاظت محیط‌زیست

۱- سازمان حفاظت محیط زیست مسؤول کنترل و تضمین کیفیت پایش کیفیت فاضلاب تصفیه شده خروجی از تصفیه‌خانه و محیط‌های پذیرنده و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مسؤول کنترل و تضمین کیفیت پایش بیماری‌های مرتبط با استفاده از فاضلاب تصفیه شده می‌باشد.

۶-۵- هزینه

به هنگام برآورد هزینه‌های اجرای برنامه استفاده از فاضلاب تصفیه شده ابتدا باید فهرستی از کلیه اقدامات مورد نیاز برای اجرای برنامه و در صورت وجود گزینه‌های مختلف، برای هر یک به صورت مجزا تهیه و پس از آن هزینه انجام اقدامات برآورد شود. هزینه‌ها باید شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری و هزینه‌های جاری به تفکیک بوده و شامل هزینه‌های اضافی که احتمالاً سایر نهادها نیز باید متحمل شوند، باشد.

فهرست اقدامات باید شامل هزینه انجام اصلاحات یا تغییرات احتمالی در تاسیسات، پایش‌ها و کنترل‌های مورد نیاز، آموزش و آگاهی رسانی و خدمات مشاوره مورد نیاز باشد. همچنین در صورت لزوم مشاور می‌تواند راهکارهایی برای تامین هزینه‌ها ارایه دهد. علاوه بر موارد بالا لازم است تا مشاور برای هر گزینه بررسی اقتصادی و تحلیل هزینه/ منفعت نیز به ویژه در صورت استفاده از فاضلاب تصفیه شده به عنوان منبع جایگزین برای منابع آب خام انجام دهد.

۶-۶- بررسی‌های اقتصادی و اجتماعی

به طور معمول استفاده از فاضلاب تصفیه شده آثار مثبت اقتصادی و اجتماعی مانند کاهش تنش‌های اجتماعی و محلی ناشی از کمبود آب، افزایش سطح اشتغال و درآمد را به دنبال دارد. بنابراین علاوه بر تحلیل هزینه/ منفعت که در بند ۵-۶ به آن اشاره شد، مشاور باید آثار اقتصادی و اجتماعی استفاده از فاضلاب تصفیه شده را به طور خلاصه و در سطح کلان در محدوده تأثیر پذیر بررسی کند.

پیوست

توصیه‌های سازمان‌های بهداشت جهانی
(WHO) و خواربار و کشاورزی جهانی (FAO)
برای استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی

جدول ۱- فرایندهای تصفیه پیشنهادی سازمان بهداشت جهانی برای استفاده از فاصلاب تصفیه شده (WHO, 1973)

تغیریحی		آبیاری				شرح
با تماس	بدون تماس	محصولاتی که خام مصرف می‌شوند	محصولاتی که به صورت پخته شده مصرف می‌شوند، پرورش ماهی	محصولاتی که مورد مصرف مستقیم انسان نیستند		
۵+۳	۲	۴+۳	۴+۳ یا ۴+۲	۴+۱	معیار سلامتی	
xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	تصفیه اولیه*	
xxx	xxx	xxx	xxx		تصفیه ثانویه*	
xxx			x		فیلتراسیون شنی یا روش‌های معادل	
xxx	x	xxx	x		گندزدایی*	

* برای نمادها توضیحات زیر را بینید.

معیارهای بهداشتی:

۱- حذف موثر تخم‌های انگل

۲- مشابه ۱، به علاوه حذف موثر باکتری‌ها

۳- تعداد کلیفرم‌ها در ۱۰۰ میلی‌لیتر در ۸۰ درصد از نمونه‌ها نباید بیش از ۱۰۰ عدد باشد.

۴- فاقد مواد شیمیایی که منجر به باقیمانده‌های ناخواسته در گیاه یا ماهی می‌شود.

۵- فاقد مواد شیمیایی که منجر به آبدار شدن غشا موکوسی شود.

به منظور رعایت معیارهای بهداشتی داده شده، وجود فرایندهایی که با علامت × مشخص شده‌اند، ضروری است. علاوه بر این یک یا چند فرایندی که با × مشخص شده‌اند نیز ضروری خواهد بود و فرایندهایی که با علامت × مشخص شده‌اند گاهی نیاز خواهند بود.

جدول ۲- حداقل غلظت توصیه شده برای عناصر کمیاب در آبیاری، (FAO, 1985)

عنصر	حداقل غلظت توصیه شده میلی گرم بر لیتر	توضیحات
آلومینیم، Al	۵	می تواند موجب عدم تولید در خاک‌های اسیدی ($\text{pH} < 5.5$) شود، اما در خاک‌های قلیایی با $\text{pH} > 7$ می‌تواند یون را رسوب داده و هر نوع سمیت را حذف کند.
آرسنیک، As	۰/۱	سمیت برای گیاهان مختلف بسیار متفاوت است. از 12 mg/lit برای علف سودانی تا کمتر از 5 mg/lit برای برنج.
بریلیوم، Be	۰/۱	سمیت برای گیاهان مختلف بسیار متفاوت است. از 5 mg/lit برای kale تا کمتر از 0.5 mg/lit برای bush beans
کادمیوم، Cd	۰/۰۱	در غلظت‌های تا 0.1 mg/lit برای beans, beets, tunips در محلول‌های غذایی سمی است. محدوده‌های محافظه کارانه توصیه شده ناشی از پتانسیل تجمع در گیاه و خاک تا حدی که برای انسان خطرناک باشد، تعیین شده‌اند.
کربالت، Co	۰/۰۵	در غلظت 0.1 mg/lit در محلول‌های غذایی برای گوجه‌فرنگی سمی است. در خاک‌های خشی و قلیایی تمایل به بی اثر شدن دارد.
کروم، Cr	۰/۱	به طور معمول به عنوان یک عنصر ضروری شناخته نشده است. به دلیل فقدان معلومات در مورد سمیت آن برای گیاهان محدوده محافظه کارانه‌ای توصیه شده است.
Cu، مس	۰/۲	در غلظت‌های 0.1 mg/lit تا 1 mg/lit برای برخی گیاهان در محلول‌های غذایی سمی است.
فلوراید، F	۱	توسط خاک‌های خشی و قلیایی بی اثر می‌شود.
آهن، Fe	۵	در خاک‌های هوایی سمی برای گیاهان ندارد، اما در اسیدی کردن خاک و از دست دادن قابلیت دسترسی عناصر آبیاری بارانی بیش از حد ممکن است منجر به نشست آن بر روی گیاهان، تجهیزات و سازه‌ها شود.
لیتیوم، Li	۲/۵	تا غلظت 5 mg/lit توسط اکثر گیاهان تحمل می‌شود. برای مرکبات در غلظت‌های کم (کمتر از 0.75 mg/lit میلی گرم بر لیتر) سمی است.
منگنز، Mn	۰/۲	برای برخی گیاهان در غلظت‌های چند دهم تا چند میلی گرم بر لیتر سمی است، اما اغلب در خاک‌های اسیدی.
مولیبدن، Mo	۰/۰۱	در غلظت‌های معمول در خاک و آب برای گیاهان سمی نیست. در صورت وجود غلظت‌های بالای مولیبدن در خاک می‌تواند برای دامها در سنین رشد سمی باشد.
نیکل، Ni	۰/۲	در غلظت‌های 0.5 mg/lit تا 1 mg/lit بر تعدادی از گیاهان تاثیر دارد. در خاک‌های خشی و قلیایی سمی کاهش می‌یابد.
پالادیوم، Pd	۵	در غلظت‌های خیلی بالا می‌تواند از رشد سلول گیاهی جلوگیری کند.
سلنیم، Se	۰/۰۲	در غلظت‌های کم تا حد 0.25 mg/lit برای گیاهان سمی است و در صورت وجود غلظت‌های بالای سلنیم در خاک می‌تواند برای دامها در سنین رشد سمی باشد. در غلظت‌های بسیار کم یک عنصر ضروری برای دامها است.
Sn، قلع	-	-
Ti، تیتانیوم	-	به طور موثری توسط گیاهان دفع می‌شود. میزان قابل تحمل نامعلوم است.
W، تنگستن	-	-
V، وانادیم	۰/۱	در غلظت‌های نسبتاً پایین برای بسیاری از گیاهان سمی است.
Zn، روی	۰/۲	در غلظت‌های بسیار متفاوت برای بسیاری از گیاهان سمی است. در خاک‌های با $\text{pH} < 6$ و در خاک‌های با بافت ریز یا آلی سمیت آن کاهش می‌یابد.

توجه: حداکثر غلظت‌ها بر اساس نرخ آبیاری مناسب (۱۰۰۰۰ متر مکعب بر هکتار بر سال) می‌باشد. اگر نرخ آبیاری با این مقدار خیلی فاصله داشته باشد، غلظت‌ها باید متناسب با آن کاهش یابند. برای نرخ‌های آبیاری کمتر از این مقدار نباید غلظت‌ها تعدیل شوند. مقادیر بر اساس آبیاری پیوسته در یک محل می‌باشند.

جدول ۳- راهنمای تفسیر کیفیت آب برای مصارف آبیاری (کمیته مشاوران دانشگاه کالیفرنیا، ۱۹۷۴)

درجه محدودیت مصرف			واحد	مشکل احتمالی آبیاری
شدید	کم تا متوسط	بدون		
				شوری (بر آب در دسترس گیاه اثر دارد)
<۰/۳ ۰/۳-۰/۷ >۰/۷ dS/m				EC _w
				یا
<۲۰۰۰ ۴۵۰-۲۰۰۰ >۴۵۰ mg/lit				TDS
				نفوذ (بر میزان نرخ نفوذ آب در داخل خاک اثر دارد. با استفاده همزمان از دو شاخص EC _w و SAR ارزیابی می‌شود).
>۰/۲ ۰/۲-۰/۷ <۰/۷ = EC _w				۰-۳= و SAR
>۰/۳ ۰/۳-۱/۲ <۱/۲ =				۳-۶=
>۰/۵ ۰/۵-۱/۹ <۱/۹ =				۶-۱۲=
>۱/۳ ۱/۳-۲/۹ <۲/۹ =				۱۲-۲۰=
>۲/۹ ۲/۹-۵/۰ <۵/۰ =				۲۰-۴۰=
				سمیت ویژه یونی (بر محصولات حساس اثر دارد)
				(Na) سدیم
<۹ ۳-۹ >۳ SAR				آبیاری سطحی
<۳ >۳ meq/lit				آبیاری بارانی
				(Cl) کلر
<۱۰ ۴-۱۰ >۴ meq/lit				آبیاری سطحی
<۳ >۳ meq/lit				آبیاری بارانی
<۳/۰ ۰/۷-۳/۰ >۰/۷ mg/lit				(B) برم
				فلزات کمیاب (به جدول ۲ مراجعه شود)
				آثار جزئی (بر محصولات حساس اثر دارد)
<۳۰/۰ ۵-۳۰ >۵ mg/lit				(NO ₃ -N) نیتروژن
				(HCO ₃) بی کربنات
<۸/۵ ۱/۵-۸/۵ >۱/۵ meq/lit				(فقط در آبیاری بارانی)
محدوده معمول ۶/۵-۸/۴				pH

منابع و مراجع

- ۱- جلد اول کتاب مجموعه قوانین و مقررات محیط زیست، سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۲
- ۲- ضوابط و استانداردهای زیست محیطی، سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۲
- 3- U.S. EPA, Guidelines for water reuse, EPA/625/R-04/108, September 2004
 - 4- U.S. EPA, Water recycling and reuse: the environmental benefits, EPA 909-F-98-001, 1998
 - 5- Ursula J. Blumenthal et. al., Guidelines for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: recommendations for revising WHO guidelines, Bulletin of the World Health Organization, 2000.
 - 6- R. Aertgeerts, A. Angelakis eds., Health risks in aquifer recharge using reclaimed water, WHO EUR/03/5041122, 2003.
 - 7- Nadim khouri et. al., Reuse of wastewater in agriculture: A guide for planners, UNDP-World water and sanitation program, 1994.
 - 8- Washington state department of health, Water concerning on site Wastewater treatment systems-recommended standards and guidance for performance application design and operation & maintenance, Washaington state department of health, 2000.
 - 9- WHO, Health guidelines for the use of waterwater in agriculture and aquaculture, WHO technical report series 778, 1989
 - 10- WHO, Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards: Report of a WHO Meeting of Experts, WHO Technical Report Series No. 517, Geneva, 1973.
 - 11- FAO, Guidelines: Land Evaluation for Irrigated Agriculture - FAO Soils Bulletin 55, ISBN 92-5-102243-7, Rome, 1985.
 - 12- Mohamed Bazza, Water and Wastewater Reuse, an Environmentally Sound Approach for Sustainable Urban Water Management, United Nations Environment Program Division of Technology, Industry, and Economics, Regional Symposium on Water Recycling in the Mediterranean Region, 2002
 - 13- FAO. Water quality for agriculture. R.S. Ayers and D.W. Westcot. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Rev. 1. FAO, Rome. M-56, ISBN 92-5-102263-1, 1985
 - 14- FAO. Wastewater treatment and use in agriculture. M.B. Pescod. FAO Irrigation and Drainage Paper 47, FAO, Rome, 1992.
 - 15- Pescod, M.B. and Arar, A. (eds). Treatment and use of sewage effluent for irrigation. Proceedings of the FAO Regional Seminar on the Treatment and Use of Sewage Effluent for Irrigation. Nicosia, Cyprus 7-9 October 1985.

فهرست منابع برای مطالعه بیشتر

- ۱- مصارف مجدد فاضلاب‌های تصفیه شده در کشاورزی - پرورش ماهی - صنایع تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی، حسینیان، مرتضی، نشر علوم روز، ۱۳۸۱.
- 2- Louthain J., Criteria for sewerage works design, Washington state department of ecology, 2006.
- 3- Washaington state department of health & Washington state department of ecology, Consideration of reclaimed water within general sewer plans, March, 2000.
- 4- WHO, Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater, Four books, World Health Organization, ISBN: 9789241546850, 9789241546836, 9789241546843, 9789241546829, 2006.
- 5- Ayres, R.M., Mara, D., Analysis of Wastewater for Use in Agriculture, World Health Organization, ISBN: 9785225036003, 1999.

سایت‌های با منابع اطلاعاتی معتبر

- 1- <http://www.WHO.int>
- 2- <http://www.FAO.int>
- 3- <http://www.EPA.gov>
- 4- <http://www.wa.gov/ecology/wq>
- 5- <http://www.doh.wa.gov/ehp/ts/waste.htm>

خواننده گرامی

دفتر امور فنی، تدوین معيارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی-فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معيار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تألیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برد شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی <http://tec.mpor.org.ir> قابل دستیابی می‌باشد.

دفتر نظام فنی اجرایی

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision

Guideline for Treated Effluent Use of Urban and Rural Treatment Plants

No. 434

Office of Deputy for Strategic Supervision

Bureau of Technical Execution System

<http://tec.mpor.org.ir>

Ministry of Energy

Bureau of Engineering and Technical
Criterias for Water and Wastewater

<http://seso.moe.org.ir>

2009

این نشریه

با عنوان "راهنمای مطالعات طرح‌های استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده شهری و روستایی" به منظور ارایه روش کار، معیارها و استانداردها و اطلاعات پایه مورد نیاز برای همسان نمودن مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده و راهبری مناسب و یکپارچه این فرایند در کلیه واحدهای اجرایی در سطح کشور تهیه شده است. این مجموعه برای شرکت‌های آب و فاضلاب و مشاوران و سایر مراکز مرتبط با مطالعات استفاده از فاضلاب شهری و روستایی قابل استفاده می‌باشد.

مرکز داده‌ورزی و اطلاع رسانی

ISBN: 978-964-179-293-2



9789641792932