

جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

راهنمای مطالعات طرح‌های استفاده از فاضلاب‌های تصفیه‌شده شهری و روستایی

نشریه شماره ۴۳۴

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

<http://tec.mporg.ir>



بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

شماره : ۱۰۰/۱۰۰۹۴۵	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ : ۱۳۸۷/۱۰/۲۸	

موضوع :

راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب خام، پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف صنعتی و تفریحی

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ، مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۴۶۲ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «**راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب خام، پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف صنعتی و تفریحی**» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود. دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنمای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این بخشنامه الزامی نیست. عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را به دفتر نظام فنی اجرایی ارسال کنند.

امیرمنصور برقی

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

-1

-2

-3

-4

33271

:

Email: tsb.dta@mporg.ir

web: <http://tec.mporg.ir/>

(1385/4/20 33497 /42339)

)

23

:

()

()

-
-
-
-
-

...

.

-

-

-

-

-

:

-

:

-

.

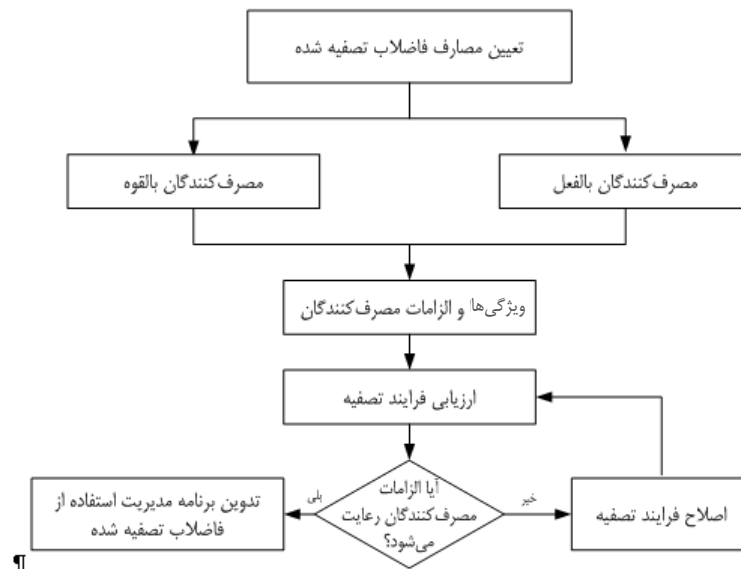
مقدمه

بر اساس مفاد ماده ۲۴ قانون توزیع عادلانه آب، آب‌های حاصل از فاضلاب یکی از منابع آبی هستند که مسوولیت 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 بالایی برای استفاده به عنوان یک منبع آب جدید دارند. براینده 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 بیلان 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 موفقیت 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 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 برجسته 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 متمرکز 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 راهنما با هماهنگی نمایندگان سه کمیته تخصصی محیط زیست، آب و فاضلاب و آبیاری و زهکشی طرح 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 راهنما به 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 راهنما 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 راهنما، ارزیابی رهنمودهای لازم برای انجام مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری و روستایی است.

۱-۲- دامنه کاربرد

این راهنما مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه شده تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری و روستایی را در بر می‌گیرد.

۱-۳- تعاریف

تعاریف و مفاهیم به کار رفته در این راهنما 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

بی‌او‌دی (BOD): خواست اکسیژن بیوشیمیایی

سی‌او‌دی (COD):^۱ خواست اکسیژن شیمیایی

تی‌او‌سی (TOC):^۲ 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:^۳ 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 برحسب بخش‌های مختلف طرح دوره‌های معین در نظر گرفته شود.

نمودار جریان فرایند: (PFD)^۴ نموداری که واحدهای مختلف تصفیه‌خانه (در اینجا) و ارتباط بین آن‌ها به همراه مشخصات هر

واحد و موازنه 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 موردنیاز برای انجام مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده

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:

- ۱-۴-۲-۱- کمیت و کیفیت فاضلاب خام تولیدی به تفکیک به ویژه منابع صنعتی و تغییرات آن در دوره طرح
- ۱-۴-۲-۲- کمیت و کیفیت فاضلاب تصفیه شده و تغییرات آن در دوره طرح
- ۱-۴-۲-۳- نوع شبکه و در صورت درهم بودن میزان رواناب‌های ورودی و توزیع زمانی آن
- ۱-۴-۲-۴- فرایند تصفیه شامل مبانی و معیارهای طراحی تصفیه‌خانه و مشخصات واحدهای تصفیه به صورت نمودار جریان فرایند و موازنه جرم^۱

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

- ۱-۴-۳-۱- 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)
- ۱-۴-۳-۲- الزامات و استانداردهای مصرف‌کنندگان، نحوه تامین و انتقال فاضلاب تصفیه شده، توپوگرافی مسیر انتقال و تراز ارتفاعی محل استقرار تصفیه‌خانه و مصرف‌کنندگان (ترجیحاً نقشه‌های با مقیاس ۱:۵۰۰۰ یا دقیق‌تر با خطوط تراز پنج متری)
- ۱-۴-۳-۳- ویژگی‌های اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی در سطح منطقه تحت تاثیر (محدوده تصفیه‌خانه، خط انتقال و محل مصرف) 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

۱-۴-۵- پایش‌ها و کنترل‌ها شامل:

- ۱-۴-۵-۱- تجهیزات و امکانات موجود برای کنترل و پایش کمیت و کیفیت فاضلاب خام، فاضلاب تصفیه شده و پایش‌های ویژه مصرف‌کنندگان، 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)
- ۱-۴-۵-۲- 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 تامین‌کننده، میزان یارانه پرداختی و قیمت فروش آب به مصرف‌کننده)

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

فصل ۲

بررسی طراحی و مشخصات تصفیه خانه و

ویژگی‌های فاضلاب تصفیه شده خروجی

۲-۱ - کیفیت فاضلاب تصفیه شده

کیفیت فاضلاب تصفیه شده یکی از مهم‌ترین الزامات مصرف‌کنندگان می‌باشد. در مطالعات استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده مهندسیین مشاور باید مشخصات فنی تصفیه‌خانه و درجه تصفیه فاضلاب را به گونه‌ای تعیین کند که الزامات مصرف‌کنندگان 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 مصرف‌کننده. در مواردی که مصرف‌کنندگان محدودیت زمان مصرف دارند علاوه بر الزامات مصرف‌کنندگان اصلی باید الزامات مصرف‌کنندگان 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 واحدها باید برای تمامی پارامترهای تاثیرگذار بر مصرف‌کننده انجام شود). در صورت لزوم ارزیابی قابلیت ارتقای تصفیه‌خانه و انجام اصلاحات مورد نیاز برای دستیابی به کیفیت مطلوب مصرف‌کننده (به هنگام ارزیابی قابلیت ارتقا علاوه بر محدودیت‌های فنی باید محدودیت‌های فضای، سازگاری با سایر فرایندها، امکان توسعه و ارتقای آبی، 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 مصرف‌کنندگان 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:

- مصرف‌کننده به تغییرات کمیت آب دریافتی حساس باشد (مانند برخی صنایع)
- ایجاد تعهد تامین فاضلاب تصفیه شده بیش از ظرفیت تولید
- کاهش نیاز مصرف‌کننده 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 مقطعی یا محیط‌های پذیرنده جایگزین

بنابراین مشاور باید علاوه بر الزامات کیفیت آب مصرف‌کنندگان 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 مادل‌ها 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 تغییرات تولید و مصرف فاضلاب تصفیه شده ذخیره سازی آن داخل (لاگون‌های ذخیره سازی) یا خارج (آب بندها و سدها) تصفیه‌خانه به منظور استفاده به هنگام نیاز می‌باشد. به هنگام برآورد ظرفیت ذخیره سازی باید قابلیت ذخیره سازی در واحدهای فرایندی (مانند قابلیت ذخیره سازی در برکه‌های تثبیت)، تغییر احتمالی کمیت و کیفیت فاضلاب تصفیه شده به هنگام ذخیره سازی (مانند بروز پدیده اوتریفیکاسیون در مخزن سد یا تغییر 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 بهره برداری 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.

۲-۳- نحوه انتقال فاضلاب تصفیه شده

مطلب 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.

۲-۳-۱- 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 شیب، 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 امکان پذیری 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.

۲-۳-۲- توپوگرافی

در برخی موارد حتی اگر موقعیت مصرف کننده نسبت به محل تصفیه‌خانه در تراز ارتفاعی پایین تر قرار داشته باشد، ممکن است وضعیت توپوگرافی محل به گونه ای 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.

۲-۳-۳- دسترسی

چگونگی دسترسی مصرف‌کنندگان به ویژه مصرف‌کنندگان کشاورزی به فاضلاب تصفیه شده می‌تواند بر هزینه مصرف‌کننده 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.

۲-۳-۴- مصرف‌کنندگان چندگانه

در مواردی که مصرف‌کنندگان فاضلاب تصفیه شده چندگانه می‌باشند، موقعیت آن‌ها نسبت به یکدیگر می‌تواند بر هزینه‌های انتقال تاثیرگذار باشد. علاوه بر این 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 فنس‌کشی در محل‌های پر خطر و نصب علائم هشدار دهنده یا ایجاد محل‌های عبور برای انسان یا حیوانات می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

فصل ۳

شناسایی مصرف کنندگان فاضلاب تصفیه شده

۳-۱- 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 آبیاری پروری
- مصارف محیط‌زیست و تفرج
- تغذیه آب‌های زیر زمینی

۳-۲- مصارف شهری

مهم‌ترین مصارف شهری به شرح زیر می‌باشند.

۳-۲-۱- 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 ظرفیت‌سازی‌های مورد نیاز در تعامل مشترک با متولی خدمات عمومی شهری امکان‌پذیر است.

۳-۲-۲- 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.

۳-۲-۴- زیباسازی شهری

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

۳-۲-۵- مصارف ساخت و ساختار

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 می‌باشند.

۳-۲-۶- 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 می‌یابد. بنابراین در صورت تامین آب مصارف آتش‌نشانی از فاضلاب‌های تصفیه‌شده، 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.

۳-۲-۷- 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 بلندمرتبه‌سازی و ایجاد مجتمع‌های مسکونی، اداری و تجاری بزرگ در شهرهای کشور، استفاده از فاضلاب تصفیه شده در این مراکز امکان‌پذیر می‌باشد.

۳-۲-۸- شستشوی خیابان‌ها

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

۳-۳- مصارف صنعتی

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

۱- طرح جامع منابع آب، ۱۳۷۸- گزارش سنتز

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 خنک‌کننده

در حال حاضر در سطح دنیا، سامانه‌های خنک‌کننده یکی از مهم‌ترین مصرف‌کنندگان فاضلاب‌های تصفیه شده در صنایع می‌باشند. پیشرفت سامانه‌های تصفیه و سامانه‌های خنک‌کننده موجب شده است بسیاری از مشکلات استفاده فاضلاب تصفیه‌شده در این بخش از قبیل خوردگی و مشکلات زیستی مانند افزایش رشد جلبک‌ها کنترل شوند و سامانه‌های خنک‌کننده جدید امکان استفاده از فاضلاب‌های تصفیه‌شده با کیفیت پایین را نیز بیابند. بدیهی است که سامانه‌های خنک‌کننده 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 بویلرهای صنعتی

استفاده از فاضلاب تصفیه شده در بویلرهای صنعتی مستلزم رعایت ملاحظات ویژه‌ای است. به طور معمول هر چه فشار داخل بویلرها 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 بویلرها، تصفیه شود. بدین ترتیب استفاده از فاضلاب تصفیه شده در بویلرها معمولاً محدودیت داشته و نیازمند تصفیه‌های تکمیلی می‌باشد.

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

در صنایع، آب به‌جز کاربرد برای سامانه‌های خنک‌کننده و بویلرها 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.

۳-۴- مصارف کشاورزی

بخش کشاورزی یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان آب در سطح دنیا می‌باشد. در ایران نیز کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف‌کننده 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 تصفیه‌شده در بخش کشاورزی وجود دارد. استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده 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 / مصرف‌کننده

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 آلودگی 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 بوته ای 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 حایز 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 عمده به آلاینده‌هایی که در اثر حرارت از بین نمی‌روند، محدود می‌شود. در نتیجه معمولاً آلودگی‌های میکروبی در این قبیل محصولات محدودیت کمتری دارند. با این حال در این گروه از محصولات نیز محدودیت کیفیت از نظر میکروبی و بیماری‌زایی مطرح است چرا که اولاً با تغذیه انسان مرتبط هستند و از این نظر هیچ‌گونه مخاطره‌ای قابل پذیرش نیست و ثانیاً دست‌اندرکاران پخت، عمل‌آوری و بسته‌بندی آن‌ها، ممکن است در معرض آلودگی 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، کنف، گلرنگ، 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 عمده 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 عمده 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 تصفیه‌شده 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 شهرها 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 آبناها 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 مغذی 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 تصفیه‌شده 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 تصفیه‌شده برای تغذیه آب‌های زیرزمینی یکی از پتانسیل‌های استفاده، به ویژه در حوضه‌های مرکزی کشور و دشت‌های ممنوعه می‌باشد. در استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده 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 تصفیه‌شده 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 معمولاً 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.

فصل ۴

ویژگی‌ها و الزامات مصرف‌کنندگان فاضلاب

تصفیه‌شده

۴-۱- کلیات

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

۴-۲- ویژگی‌های عمومی مصرف‌کنندگان

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

جدول ۱- ویژگی‌های عمومی مصرف‌کنندگان

ویژگی‌های عمومی	گروه مصرف‌کنندگان
<p>میزان نیاز آبی: بسیار بالا</p> <p>مدت زمان مصرف: محدود به ماه‌های آبیاری و در اغلب موارد امکان مصرف دایمی 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 مصرف‌کنندگان 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 مصرف‌کنندگان محصولات به ویژه در محصولاتی که خام مصرف می‌شوند.</p> <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 تاثیر مثبت از جمله افزایش اشتغال ناشی از گسترش فعالیت‌های کشاورزی محدودیت‌های فنی: اغلب متوسط تا کم و وابسته به الزامات مصرف‌کنندگان 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 مصرف‌کنندگان</p>	کشاورزی- آبیاری
<p>میزان نیاز آبی: متوسط تا کم</p> <p>مدت زمان مصرف: محدود (در اغلب موارد امکان مصرف دایمی 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 مصرف‌کنندگان 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 تاثیر 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>محدودیت‌های فنی: اغلب متوسط تا زیاد وابسته به الزامات مصرف‌کنندگان 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 می‌یابد.</p>	کشاورزی- پرورش آبزیان

ادامه جدول ۱- ویژگی‌های عمومی مصرف‌کنندگان

ویژگی‌های عمومی	گروه مصرف‌کنندگان
<p>میزان نیاز آبی: بالا</p> <p>مدت زمان مصرف: اغلب نامحدود. بخش عمده ای از مصارف استفاده فاضلاب تصفیه شده در شهرها مانند آبیاری فضای سبز و نماسازی 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: متناسب با نوع مصرف در اغلب موارد نهادهای مرتبط محدود می‌باشند. معمولاً مصرف کننده و تامین کننده فاضلاب تصفیه شده زیر نظر یک نهاد نظارتی می‌باشند.</p> <p>ظرفیت سازی: نیاز به آموزش مصرف‌کنندگان 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 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 مصرف‌کنندگان 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 تانکر انتقال می‌یابد.</p>	<p>مصارف شهری و آبیاری فضای سبز</p>
<p>میزان نیاز آبی: بالا</p> <p>مدت زمان مصرف: تقریباً بدون محدودیت زمانی</p> <p>کیفیت فاضلاب تصفیه شده: وابسته به نوع روش تغذیه 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 آلودگی‌ها در سطح و تماس مردم با آن‌ها و در سایر روش‌ها امکان آلودگی آب زیر زمینی و انتقال آلودگی به انسان از طریق مصرف آب آلوده می‌باشد.</p> <p>پیامدهای زیست محیطی: در صورت عدم رعایت الزامات دارای پیامدهای زیست محیطی قابل توجه به ویژه از طریق آلودگی منبع آب زیرزمینی</p> <p>پیامدهای اقتصادی: قابل توجه به ویژه در مناطق با کمبود آب از طریق افزایش منابع آب زیر زمینی و فراهم ساختن 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 اجتماعی 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>	<p>تغذیه آب‌های زیر زمینی</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 برنامه کاری 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 مصرف کننده درگیر می‌باشند. ظرفیت‌سازی: اغلب نیاز به ایجاد ظرفیت فنی در مصرف کننده به منظور انطباق 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. پیامدهای زیست محیطی: به دلیل محدود بودن سامانه شامل مسیر انتقال و چرخه مصرف اغلب پیامدهای زیست محیطی محدود هستند. 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 وزارت بهداشت می‌باشد. ظرفیت‌سازی: 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 تفریحی و گسترش بیماری‌های مرتبط با آب پیامدهای زیست محیطی: در صورت عدم رعایت الزامات دارای پیامدهای زیست محیطی قابل توجه به ویژه از طریق آلودگی محیط‌های پذیرنده 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 تفریحی 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	آلاینده‌های آلی، فلزات سنگین و ترکیبات مشابه به صورت ذرات جذب می‌شوند. مواد معلق می‌توانند لایه‌ای حفاظتی برای میکرو ارگانیسم‌ها در مقابل مواد گذرنا ایجاد کنند. این مواد می‌توانند موجب گرفتگی سامانه‌های آبیاری شوند. موجب تجمع لجن و تجزیه بی‌هوازی آن می‌شوند.
مواد آلی قابل تجزیه	BOD	مواد آلی منبع غذایی برای میکرو ارگانیسم‌ها هستند و بر فرایندهای گندزدایی فاضلاب تصفیه‌شده اثر منفی دارند. 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 تصفیه‌شده وجود دارد.
	COD	
	TOC	
مواد مغذی گیاهی	نیتروژن	نیتروژن، فسفر و پتاسیم، مواد غذایی ضروری برای گیاهان می‌باشند و وجود آن‌ها در فاضلاب تصفیه‌شده 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 تغذیه مصنوعی ممکن است باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی شود.
	فسفر	
	پتاسیم	
مواد آلی پایدار	ترکیبات خاص مانند سموم و هیدروکربن‌های کلردار	برخی از این ترکیبات در محیط‌زیست سمی هستند و وجود آن‌ها در فاضلاب تصفیه‌شده موجب محدودیت استفاده برای مصارف کشاورزی یا سایر مصارف می‌شود. برخی از این مواد در مقابل روش‌های تصفیه فاضلاب متعارف مقاومت می‌کنند.
غلظت یون هیدروژن	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	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).
	هدایت الکتریکی	
	عناصر خاص مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلر و بُر	
کلر باقیمانده	کلر آزاد و کلر ترکیبی	مقادیر زیاد کلر آزاد باقیمانده (بیش از ۰/۰۵ 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	شاخص‌هایی مانند کلیفرم مدفوعی 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 تصفیه‌شده 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 تصفیه‌شده 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 راهنما 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 تصفیه‌شده ارایه شده است.^۱

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 در نظر 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 تهیه 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، ۲۹۱-الف تهیه 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 میلی گرم بر لیتر	تخلیه به چاه جاذب میلی گرم بر لیتر	مصارف کشاورزی و آبیاری میلی گرم بر لیتر
۱	نقره، Ag	۱	۰/۱	۰/۱
۲	آلومینیوم، Al	۵	۵	۵
۳	آرسنیک، As	۰/۱	۰/۱	۰/۱
۴	بُر، B	۲	۱	۱
۵	باریم، Br	۵	۱	۱
۶	بریلیوم، Be	۰/۱	۱	۰/۵
۷	کلسیم، Ca	۷۵	-	-
۸	کادمیوم، Cd	۰/۱	۰/۱	۰/۰۵
۹	کلر آزاد، Cl	۱	۱	۰/۲
۱۰	کلراید، Cl-	۶۰۰ (تبصره یک)	۶۰۰ (تبصره دو)	۶۰۰
۱۱	فرمالدئید، CH ₂ O	۱	۱	۱
۱۲	فنل، C ₆ H ₅ OH	۱	ناچیز	۱
۱۳	سیانور، CN	۰/۵	۰/۱	۰/۱
۱۴	کیالت، Co	۱	۱	۰/۰۵
۱۵	کرم، Cr ⁶⁺	۰/۵	۱	۱
۱۶	کرم، Cr ³⁺	۲	۲	۲
۱۷	مس، Cu	۱	۱	۰/۲
۱۸	فلوراید، F	۲/۵	۲	۲
۱۹	آهن، Fe	۳	۳	۳
۲۰	جیوه، Hg	ناچیز	ناچیز	ناچیز
۲۱	لیتیوم، Li	۲/۵	۲/۵	۲/۵
۲۲	منیزیم، Mg	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۲۳	منگنز، Mn	۱	۱	۱
۲۴	مولیبدن، Mo	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
۲۵	نیکل، Ni	۲	۲	۲
۲۶	آمونیم برحسب، NH ₄ ⁺	۲/۵	۱	-
۲۷	نیتريت برحسب، NO ₂ ⁻	۱۰	۱۰	-
۲۸	نیترات برحسب، NO ₃ ⁻	۵۰	۱۰	-
۲۹	فسفات بر حسب فسفر	۶	۶	-
۳۰	سرب، Pb	۱	۱	۱
۳۱	سلنیوم، Se	۱	۰/۱	۰/۱
۳۲	سولفید، SH ₂	۳	۳	۳
۳۳	سولفیت، SO ₃ ⁻	۱	۱	۱
۳۴	سولفات، SO ₄ ²⁻	۴۰۰ (تبصره یک)	۴۰۰ (تبصره دو)	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 میلی گرم بر لیتر	تخلیه به چاه جاذب میلی گرم بر لیتر	مصارف کشاورزی و آبیاری میلی گرم بر لیتر
۳۵	وانادیم، V	۰/۱	۰/۱	-
۳۶	روی، Zn	۲	۲	۲
۳۷	چربی روغن	۱۰	۱۰	۱۰
۳۸	دترجنت، ABS	۱/۵	۰/۵	۰/۵
۳۹	بی. او. دی (تبصره سه)، BOD5	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	۱۰۰
۴۰	سی او دی (تبصره سه)، COD	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)	۲۰۰
۴۱	اکسیژن محلول (حداقل)، DO	۲	-	۲
۴۲	مجموع مواد جامد محلول، TDS	(تبصره یک)	(تبصره دو)	-
۴۳	مجموع مواد جامد معلق، TSS	۴۰ (لحظه‌ای ۶۰)	-	۱۰۰
۴۴	مواد قابل ته نشینی، SS	۰	-	-
۴۵	حدود pH	۶/۵-۸/۵	۵-۹	۶-۸/۵
۴۶	مواد رادیو اکتیو (پیکوکوری)	۰	۰	۰
۴۷	کدورت (واحد کدورت)	۵۰	-	۵۰
۴۸	رنگ (واحد رنگ)	۷۵	۷۵	۷۵
۴۹	درجه حرارت، T (درجه سلسیوس)	(تبصره سه)	-	-
۵۰	کلیفرم گوآرشی (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 شعاع 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 تصفیه‌شده خروجی نسبت به آب مصرفی بیش از ۱۰ درصد نباشد.

تبصره سه: درجه حرارت باید به میزانی باشد که بیش از ۳ درجه سلسیوس در شعاع 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 عمده مصارف کشاورزی انتظار می‌رود این بخش مهم‌ترین متقاضی استفاده فاضلاب تصفیه‌شده 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 بین‌المللی کیفیت باکتریولوژیک آب کشاورزی به سه طبقه اصلی تقسیم و معیارهایی برای هر طبقه ارائه شده است. جدول ۴ این معیارها را نشان می‌دهد.^۱

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

نوع تصفیه فاضلاب مورد نیاز جهت تامین شرایط کیفیت آب	شاخص‌های آلودگی میکروبی		گروه در معرض	مشخصات	طبقه کشاورزی
	کلیفرم‌های مدفوعی (متوسط هندسی تعداد در هر صد میلی لیتر) ^۴	نماتدهای روده‌ای ^۲ (متوسط حسابی تعداد تخم در هر لیتر) ^۳			
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	الف
زمان ماند در برکه‌های تصفیه هشت تا ۱۰ روز یا به میزان مورد نیاز برای حذف کلیفرم‌های مدفوعی و تخم انگل	حد استاندارد ارایه نشده	کم‌تر از یک	کارگراها	آبیاری غلات، محصولات صنعتی، محصولات غذایی، چراگاه‌ها و آبیاری درخت‌ها ^۶	ب
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.	ج

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 آمونیم، نیتريت و نترات وجود ندارد. همچنین 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 همه‌گیری بیماری‌ها در جوامع محلی و جنبه‌های فرهنگی و اجتماعی نیز مورد توجه قرار گیرد.

۲- کرم‌های قلاب‌دار، آسکاریس و Trichuris

۳- مقادیر 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 مدفوعی 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 مدفوعی 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 جمع‌آوری نشود. همچنین آبیاری بارانی نباید استفاده شود.

تصفیه‌ی قادر به حذف مناسب مواد آلی نباشند 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 نیتروفیکاسیون اجباری، دنیتروفیکاسیون و برآورد میزان نیتروژن فاضلاب تصفیه شده خروجی را انجام دهند.

همچنین برای مقادیر مجاز تخم انگل و کلیفرم‌های مدفوعی 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 تصفیه‌شده 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 توسط خاک فراهم شود.
- بالا بودن کربن خاک به تسریع فرایند نیتروفیکاسیون 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 تصفیه‌شده برای تغذیه مصنوعی به روش پخش سطحی مدنظر 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 گستره‌های فاضلاب تصفیه‌شده 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 تکمیلی نیز نیاز باشد.

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

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 اشباع

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 آلاینده‌ها 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 پیشرفته 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 ته‌نشینی و مجموع مواد جامد معلق محدودیتی ندارد. در این موارد ضروری است مشاوران توضیحات ارائه 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 اشباع 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 عملاً کارایی 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 توافقی‌های 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 متنوعی 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 کنندگی فسفر برای جلوگیری از پدیده اوتریفیکاسیون بسیار کمتر از این مقدار می‌باشد. بنابراین هر چند در حال حاضر رعایت استانداردهای سازمان کفایت می‌کند ولی توصیه می‌شود در کاربردهای محیط زیست غلظت فسفر خروجی در فاضلاب تصفیه شده حداکثر یک میلی‌گرم بر لیتر بر حسب فسفر در نظر گرفته شود.

فصل ۵

ارزیابی، تحلیل و اصلاح فرایند تصفیه فاضلاب

۵-۱- کلیات

ارزیابی، تحلیل و اصلاح فرایند تصفیه فاضلاب به منظور حصول اطمینان از دستیابی به الزامات مصرف‌کنندگان 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 تصفیه‌شده و تغییرات زمانی آن‌ها بر مصرف‌کننده تاثیرگذار می‌باشند، در بخش تحلیل فرایند میزان تاثیرگذاری فرایندهای مختلف تصفیه بر کیفیت، کمیت و تغییرات زمانی آن‌ها بر فاضلاب تصفیه‌شده باید بررسی شود.

۵-۲- 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 در نظر 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 تصفیه‌شده 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 مصرف‌کنندگان فاضلاب تصفیه‌شده می‌باشد؟ (از طریق مقایسه کیفیت فاضلاب تصفیه شده خروجی - بند ۲- با الزامات کیفیت مصرف‌کنندگان 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 تاکید 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 تهیه 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 مقطعی 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 تصفیه‌شده 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 مصرف‌کننده‌ای 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 اختلال در عملکرد تصفیه‌خانه، برنامه کنترل و بازرسی منابع صنعتی توسط نهادهای مسوول 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.

۵-۳- 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 مواقع 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 متمادی انجام می‌شود، میزان بده فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه و در نتیجه فاضلاب تصفیه شده خروجی متناسب با آن افزایش خواهد یافت. همچنین بده 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 بده 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 بده فاضلاب تصفیه‌شده با رشد تقاضای مصرف‌کنندگان و تطابق نوسان‌های مربوط به آن باید در مطالعات استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در نظر گرفته شود.

باید توجه داشت که تابع تقاضای برخی مصرف‌کنندگان فصلی یا مقطعی 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 تصفیه‌شده (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 اوتریفیکاسیون 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 لاگون‌های 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 امکان ذخیره‌سازی فاضلاب در محل تصفیه خانه یا سدها و آب بندها امکان ذخیره‌سازی فاضلاب تصفیه شده در محل زمین‌های کشاورزی در فصول غیر کشت نیز می‌تواند 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 مصرف‌کنندگان 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 تمهیدات در شرایط خاص می‌تواند حتی شامل قطع جریان مصرف‌کننده با پایش آگاهی باشد. همچنین مسوولیت حقوقی و قانونی طرفین (تامین‌کننده و مصرف‌کننده) 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 تمهیدات و اصلاحات مورد نیاز در تاسیسات موجود یا در دست ساخت برای مقابله با شرایط اضطراری و هزینه اجرای آن‌ها را بررسی کند. تمهیدات مورد نیاز می‌تواند شامل اقدامات سازه‌ای مانند ساخت لاگون‌های 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 بازرسی‌های 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 زیر زمینی) و پس از اختلاط با آب‌های سطحی یا زیر زمینی، به مصرف پیش بینی 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 مصرف‌کنندگان 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 مصارف 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 ظرفیت‌سازی‌های لازم امکان استفاده از فاضلاب تصفیه شده

توسط آن‌ها وجود ندارد ولی با ظرفیت‌سازی‌های مورد نیاز و احداث تاسیسات مناسب می‌توان آن‌ها را به مصرف‌کنندگان 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 مصرف‌کننده 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 ۶-۳ اشاره شد اجرای برنامه مدیریت استفاده از فاضلاب تصفیه شده تنها بر عهده تامین‌کننده یا مصرف‌کننده نبوده و سایر نهادها نیز بر اساس وظایف قانونی خود مسوول اجرای بخشی از آن می‌باشند. جدول ۵ مهم‌ترین نهادهای مرتبط و مسوولیت آن‌ها را نشان می‌دهد.

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

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

۱- سازمان حفاظت محیط زیست مسوول کنترل و تضمین کیفیت پایش کیفیت فاضلاب تصفیه شده خروجی از تصفیه‌خانه و محیط‌های پذیرنده و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مسوول 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 ارائه 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 ۶-۵ 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 فاضلاب تصفیه شده (WHO, 1973)

تفریحی		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+۲ یا ۴+۳	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 ببینید.

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 xxx مشخص شده‌اند، ضروری است. علاوه بر این یک یا چند فرایندی که با xx مشخص شده‌اند نیز ضروری خواهد بود و فرایندهایی که با علامت x مشخص شده‌اند گاهی نیاز خواهند بود.

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

عنصر	حداکثر غلظت توصیه شده میلی گرم بر لیتر	توضیحات
آلومینیم، Al	۵	می تواند موجب عدم تولید در خاک‌های اسیدی ($pH < 5.5$) شود، اما در خاک‌های قلیایی با $pH > 7$ می تواند 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.
بریلیم، 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 شده اند.
کبالت، Co	۰/۰۵	در غلظت 0.1 mg/lit در محلول‌های غذایی برای گوجه‌فرنگی سمی است. در خاک‌های خنثی و قلیایی تمایل به بی اثر شدن دارد.
کرم، 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 کارانه‌های توصیه شده است.
مس، Cu	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 خنثی و قلیایی بی اثر می‌شود.
آهن، Fe	۵	در خاک‌های هوازی سمیتی برای گیاهان ندارد، اما در اسیدی کردن خاک و از دست دادن قابلیت دسترسی عناصر مورد نیاز فسفر و مولیبدن نقش دارد. آبیاری بارانی بیش از حد ممکن است منجر به نشست آن بر روی گیاهان، تجهیزات و سازه‌ها شود.
لیتیم، Li	۲/۵	تا غلظت 5 mg/lit توسط اکثر گیاهان تحمل می‌شود. برای مرکبات در غلظت‌های کم (کم‌تر از 0.075 میلی گرم بر لیتر) سمی است.
منگنز، Mn	۰/۲	برای برخی گیاهان در غلظت‌های چند دهم تا چند میلی‌گرم 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 10 mg/lit بر تعدادی از گیاهان تاثیر دارد. در خاک‌های خنثی و قلیایی سمیت کاهش می‌یابد.
پالادیم، 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.
قلع، Sn	-	-
تیتانیوم، Ti	-	به طور موثری توسط گیاهان دفع می‌شود. میزان قابل تحمل نامعلوم است.
تنگستن، W	-	-
وانادیم، V	۰/۱	در غلظت‌های نسبتا پایین برای بسیاری از گیاهان سمی است.
روی، Zn	۰/۲	در غلظت‌های بسیار متفاوت برای بسیاری از گیاهان سمی است. در خاک‌های با $pH > 6$ 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		
			شوری (بر آب در دسترس گیاه اثر دارد)
		$<0.3 \ 0.3-0.7 \ >0.7 \text{dS/m}$	EC_w
			یا
		$<2000 \ 4500-2000 \ >4500 \ \text{mg/lit}$	TDS
			نفوذ (بر میزان نرخ نفوذ آب در داخل خاک اثر دارد. با استفاده همزمان از دو شاخص EC_w و SAR ارزیابی می‌شود).
		$>0.2 \ 0.2-0.7 \ <0.7 = EC_w$	SAR = ۰-۳ و
		$>0.3 \ 0.3-1.2 \ <1.2 =$	۳-۶=
		$>0.5 \ 0.5-1.9 \ <1.9 =$	۶-۱۲=
		$>1.3 \ 1.3-2.9 \ <2.9 =$	۱۲-۲۰=
		$>2.9 \ 2.9-5.0 \ <5.0 =$	۲۰-۴۰=
			سمیت ویژه یونی (بر محصولات حساس اثر دارد)
			سدیم (Na)
		$<9 \ 3-9 \ >3 \ \text{SAR}$	آبیاری سطحی
		$<3 \ >3 \ \text{meq/lit}$	آبیاری بارانی
			کلر (Cl)
		$<10 \ 4-10 \ >4 \ \text{meq/lit}$	آبیاری سطحی
		$<3 \ >3 \ \text{meq/lit}$	آبیاری بارانی
		$<3/0 \ 0.7-3/0 \ >0.7 \ \text{mg/lit}$	برم (B)
			فلزات کمیاب (به جدول ۲ مراجعه شود)
			آثار جزئی (بر محصولات حساس اثر دارد)
		$<30/0 \ 5-30 \ >5 \ \text{mg/lit}$	نیترژن (NO_3-N)
			بی کربنات (HCO_3)
		$<N/5 \ 1/5-N/5 \ >1/5 \ \text{meq/lit}$	(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 depretement 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://w.w.w.WHO.int>
- 2- <http://w.w.w.FAO.int>
- 3- <http://w.w.w.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 معیارها 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، معیار، 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 برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> قابل دستیابی می‌باشد.

دفتر نظام فنی اجرایی

Islamic Republic of Iran

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.mporg.ir>

Ministry of Energy

Bureau of Engineering Affairs and
Technical Standard 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 آرایه 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.