

جمهوری اسلامی ایران
معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

ضوابط زیست محیطی استفاده مجدد از آب های برگشتی و پساب ها

نشریه شماره ۵۳۵

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

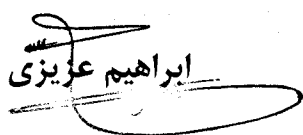
معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
<http://tec.mporg.ir>



بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

شماره:	۱۰۰/۶۲۳۶۶	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ:	۱۳۸۹/۸/۱۵	
موضوع: ضوابط زیست- محیطی استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و پساب‌ها		
<p>به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و ماده (۶) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی- مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۵۳۵ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «ضوابط زیست- محیطی استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و پساب‌ها» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.</p> <p>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، با ارسال نسخه‌ای از آن به دفتر نظام فنی اجرایی رعایت مفاد این بخشنامه الزامی نیست.</p> <p> ابراهیم عزیزی</p>		

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، 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، اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر

گزارش 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.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه - مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، دفتر نظام فنی اجرایی

Email:tsb.dta@mporg.ir

[web: http://tec.mporg.ir/](http://tec.mporg.ir)

پیشگفتار

آب از ضروری‌ترین عوامل توسعه جوامع انسانی بوده و ایران از جمله کشورهایی است که تامین آب برای مصارف مختلف از دغدغه‌های مهم دولت‌مردان در راستای توسعه پایدار محسوب می‌شود. تاکنون حجم قابل توجهی از منابع آبی کشور به دلیل کیفیت پایین، مورد استفاده قرار نگرفته و یا در استفاده از آنها ضوابط و معیارهای زیست محیطی لحاظ نگردیده است. اما باور این است که بخشی از این منابع که مشکلات کیفی کم‌تری داشته یا مشکلات آنها با اتخاذ روش‌های کاربردی مناسب قابل اغماض می‌باشد، باید با در نظرگیری مسایل زیست محیطی در برنامه‌های توسعه و بهره‌وری منابع آب گنجانده شوند. مطابق اصل پنجاهم قانون اساسی، حفاظت محیط زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی شده و فعالیت‌هایی که با آلودگی و تخریب محیط‌زیست ملازمه پیدا کند، ممنوع می‌باشد. بنابراین اگر تخلیه فاضلاب و پساب‌ها به محیط به عنوان یک منبع آلاینده فرض شود، برنامه‌ریزی بهره‌برداری از آنها یکی از موضوع‌های مرتبط با اصل پنجاهم قانون اساسی به شمار می‌آید. همچنین مطابق با قانون توزیع عادلانه آب، فاضلاب‌ها و آب‌های برگشتی به عنوان یکی از منابع آبی محسوب شده و در این قانون مسوولیت سازمانی وزارت نیرو در مدیریت این منابع به طور صریح تعیین شده است (ماده ۲۴ قانون توزیع عادلانه آب). در این راستا با توجه به حجم قابل توجه پساب‌های شهری، صنعتی و آب‌های برگشتی، برنامه‌ریزی جهت استفاده از این منابع با لحاظ کردن جنبه‌های زیست محیطی به عنوان راهکاری مناسب جهت جبران بخشی از این کمبودها و همچنین کاهش آلودگی‌ها مورد توجه می‌باشد.

با توجه به اهمیت مبحث فوق، امور آب وزارت نیرو در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، تهیه نشریه «ضوابط زیست‌محیطی استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و پساب‌ها» را با هماهنگی دفتر نظام فنی اجرایی معاونت نظارت راهبردی رییس جمهور در دستور کار قرار داد و پس از تهیه، آن را برای تایید و ابلاغ به عوامل ذینفع نظام فنی و اجرایی کشور به معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور (دفتر نظام فنی اجرایی) ارسال نمود تا پس از بررسی، بر اساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی مصوب هیات محترم وزیران و طبق نظام فنی اجرایی کشور (مصوب شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ - مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) تصویب و ابلاغ گردد.

نشریه حاضر به منظور راهنمایی و ایجاد هماهنگی در زمینه استانداردها، قوانین و ضوابط زیست محیطی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در مصارف مختلف تهیه و تدوین گردیده است. این نشریه در برگیرنده نتایج تجربیات داخلی و خارجی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی، کمیت و کیفیت این منابع، اثرات زیست محیطی استفاده از آنها، معیارهای قانونی و استانداردهای مربوط و پیشنهاد ضوابط زیست محیطی کاربرد آنها و ارائه برنامه‌های آموزشی در بهره‌برداری از این منابع می‌باشد.

بدین‌وسیله معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور از تلاش و جدیت سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و کارشناسان دفتر نظام فنی اجرایی و نماینده مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور در وزارت نیرو، جناب

آقای مهندس محمد حاجرسولیه‌ها و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید و از ایزدمنان توفیق روزافزون آنان را آرزومند می‌باشد.

امید است متخصصان و کارشناسان با ابراز نظرات خود درخصوص این نشریه ما را در اصلاحات بعدی یاری فرمایند.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۹

ترکیب اعضای تهیه‌کننده، کمیته و ناظران تخصصی

این نشریه با هماهنگی دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور توسط **شرکت مهندسين مشاور یکم و با مسوولیت آقای دکتر بهمن یارقلی** و همکاری افراد زیر تهیه شده است، اسامی این افراد به ترتیب حروف الفبا به شرح زیر می‌باشد:

آقای حمید سیادت	کارشناس آزاد	دکترای آب و خاک
آقای مهدی شفیعی‌فر	شرکت مهندسين مشاور یکم	فوق لیسانس عمران آب
آقای کریم شیعی	شرکت مهندسين مشاور یکم	دکترای منابع آب و محیط زیست
آقای مهندس هادی عباسی	شرکت مهندسين مشاور یکم	فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی
آقای علی‌اکبر عظیمی	کارشناس آزاد	دکترای بهداشت و محیط زیست
آقای بهمن یارقلی	شرکت مهندسين مشاور یکم	دکترای عمران - محیط زیست

گروه نظارت که مسوولیت نظارت تخصصی بر تدوین این ضوابط را به عهده داشته‌اند به ترتیب حروف الفبا عبارتند از:

خانم عالیہ ثابت‌رفتار	دانشگاه آزاد اسلامی	دکترای علوم محیط زیست
خانم مهین کاظم‌زاده	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور - وزارت نیرو	لیسانس مهندسی راه و ساختمان
آقای سعید نیری	شرکت مهندسين مشاور طوس آب	دکترای عمران - آب

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

آقای کوشیار اعظم واقفی	شرکت آب و فاضلاب کشور	لیسانس مهندسی شیمی
خانم عالیہ ثابت‌رفتار	دانشگاه آزاد اسلامی	دکترای علوم محیط زیست
آقای محمدعلی حامدی	شرکت مهندسين مشاور رویان	دکترای برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای
آقای جواد حسن‌نژاد	شرکت مدیریت منابع آب ایران	فوق لیسانس مدیریت محیط زیست
آقای بهروز دهراد	دانشگاه شهید بهشتی	دکترای اکولوژی آب‌های داخلی
خانم نادیا روستایی	سازمان حفاظت محیط زیست	فوق لیسانس مهندسی شیمی
خانم مهین کاظم‌زاده	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور - وزارت نیرو	لیسانس مهندسی راه و ساختمان
آقای محمدمحمدی	دانشگاه جامع علمی کاربردی	دکترای علوم محیط زیست
آقای سیدرضا یعقوبی	شرکت اندیشه‌زال	فوق لیسانس مهندسی محیط زیست

گروه هدایت و کنترل پروژه:

آقای علیرضا دولتشاهی	دفتر نظام فنی اجرایی	لیسانس مهندسی کشاورزی
خانم فرزانه آقارمضانعلی	دفتر نظام فنی اجرایی	فوق لیسانس مهندسی صنایع
خانم ساناز سرافراز	دفتر نظام فنی اجرایی	فوق لیسانس مهندسی منابع آب

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۵	فصل اول - کلیات
۷	۱-۱- تعاریف و اصطلاحات
۸	۲-۱- ضرورت توجه و بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
۸	۳-۱- بررسی تجربیات داخلی و خارجی استفاده از پساب و آب‌های برگشتی
۸	۱-۳-۱- سوابق داخلی
۱۲	۲-۳-۱- سوابق خارجی
۱۳	۴-۱- جمع‌بندی
۱۵	فصل دوم - بررسی کمی - کیفی پساب‌ها و آب‌های برگشتی
۱۷	۱-۲- کلیات
۱۷	۲-۲- بررسی وضعیت پساب‌های شهری (کمی - کیفی) در سطح کشور
۱۷	۱-۲-۲- کمیت پساب‌های شهری در وضع موجود
۲۰	۲-۲-۲- تخمین حجم پساب خانگی تولیدی در آینده
۲۲	۳-۲-۲- کیفیت فاضلاب‌های خانگی
۲۵	۴-۲-۲- بررسی روش‌های تصفیه فاضلاب‌های شهری در سطح کشور
۲۵	۳-۲- بررسی وضعیت پساب‌های صنعتی (کمی - کیفی) در سطح کشور
۲۵	۱-۳-۲- کمیت پساب‌های صنعتی در وضع موجود و آینده
۲۶	۲-۳-۲- کیفیت پساب‌های صنعتی
۲۹	۳-۳-۲- بررسی روش‌های اصلی مورد استفاده برای تصفیه فاضلاب‌های صنعتی
۳۱	۴-۲- بررسی کمی - کیفی زه‌آب‌های کشاورزی و روش‌های بهبود کیفی آن در سطح کشور
۳۱	۱-۴-۲- کمیت زه‌آب‌های کشاورزی
۳۱	۲-۴-۲- کیفیت زه‌آب‌های کشاورزی
۳۲	۵-۲- جمع‌بندی
۳۵	فصل سوم - بررسی منابع مصارف پساب‌ها و آب‌های برگشتی
۳۷	۱-۳- کلیات
۳۷	۲-۳- بررسی قابلیت استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در مصارف مختلف
۳۷	۱-۲-۳- بررسی قابلیت استفاده در کشاورزی
۳۷	۲-۲-۳- بررسی قابلیت استفاده برای تغذیه آب‌های زیرزمینی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۸	۳-۲-۳- بررسی قابلیت استفاده در آبیاری فضای سبز
۳۸	۳-۲-۴- بررسی قابلیت استفاده در مقاصد تفریحی
۳۹	۳-۲-۵- بررسی قابلیت استفاده در مصارف شرب
۳۹	۳-۲-۶- بررسی قابلیت استفاده در مصارف صنعتی
۳۹	۳-۲-۷- بررسی قابلیت استفاده در مصارف شیلات و محیط زیست
۴۰	۳-۳- اولویت‌بندی مصارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور
۴۲	۳-۴- جمع‌بندی
۴۵	فصل چهارم- بررسی اثرات زیست محیطی استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
۴۷	۴-۱- کلیات
۴۷	۴-۲- بررسی اثرات زیست محیطی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
۴۷	۴-۲-۱- بررسی اثرات بر محیط زیست فیزیکی
۴۸	۴-۲-۲- بررسی اثرات سوء بر محیط زیست بیولوژیکی (زیستی)
۴۸	۴-۲-۳- بررسی اثرات اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی
۴۹	۴-۲-۴- بررسی اثر بر وضعیت بهداشت و سلامت
۵۲	۴-۲-۵- بررسی اثر بر منابع آب و خاک
۵۴	۴-۲-۶- بررسی اثرات بر حیات وحش و آبریان
۵۵	۴-۳- جمع‌بندی کلی
	فصل پنجم - بررسی چارچوب‌ها و معیارهای قانونی و استانداردهای مربوط به استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
۵۹	۵-۱- کلیات
۶۱	۵-۲- بررسی و جمع‌بندی معیارها و قوانین مربوط
۶۱	۵-۲-۱- شیوه‌نامه استفاده مجدد از آب‌های بازیافتی
۶۲	۵-۲-۲- بخشنامه شماره ۸۷۵۱۲/۷۰۰ مورخ ۸۶/۱۱/۸
۶۴	۵-۲-۳- تجزیه تحلیل و جمع‌بندی کلی
۶۷	۵-۳- استانداردهای موجود در رابطه با استفاده ایمن از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
۶۸	۵-۳-۱- استانداردهای داخلی
۷۰	۵-۳-۲- استانداردهای خارجی

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

۸۳	فصل ششم- ارائه ضوابط زیست محیطی استفاده از آب‌های برگشتی و پساب‌ها و مدیریت و پایش آن
۸۵	۱-۶- کلیات
۸۵	۲-۶- ارائه ضوابط زیست محیطی استفاده از آب‌های برگشتی و پساب‌ها
۸۵	۱-۲-۶- ارائه ضوابط زیست محیطی مربوط به مصارف دام و طیور
۸۷	۲-۲-۶- ارائه ضوابط زیست محیطی مربوط به مصارف آبیاری
۸۸	۳-۲-۶- استاندارد پیشنهادی برای دفع پساب‌ها و آب‌های برگشتی در منابع آب سطحی
۸۹	۴-۲-۶- استاندارد پیشنهادی برای دفع پساب‌ها و آب‌های برگشتی در منابع آب زیرزمینی (تغذیه مصنوعی)
۹۱	۵-۲-۶- استاندارد پیشنهادی برای مصارف صنعتی
۹۲	۶-۲-۶- استاندارد مربوط به مصارف تفرجی از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
۹۳	۷-۲-۶- استاندارد پیشنهادی برای مصارف متفرقه شامل محیط زیست، آبزیان، حیات وحش
۹۴	۳-۶- ارائه ضوابط و برنامه مدیریت و پایش زیست محیطی
۹۵	۱-۳-۶- برنامه پایش فاضلاب ورودی و پساب خروجی
۹۶	۲-۳-۶- مراحل پایش خط انتقال
۹۷	۳-۳-۶- اندازه‌گیری حجمی مقدار پساب دریافتی
۹۸	۴-۳-۶- ارائه برنامه پایش کیفی خاک مزارع
۱۰۰	۵-۳-۶- برنامه پایش بهداشتی محصولات تولیدی
۱۰۲	۶-۳-۶- برنامه پایش بهداشتی کارگران و دیگر کارکنان مربوط
۱۰۴	۷-۳-۶- پایش منابع آب سطحی
۱۰۴	۸-۳-۶- پایش منابع آب زیر زمینی
۱۰۵	۹-۳-۶- برنامه پایش استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبیاری فضای سبز
۱۰۵	۱۰-۳-۶- برنامه پایش استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبیاری پروری
۱۰۵	۱۱-۳-۶- برنامه پایش استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در تغذیه مصنوعی
۱۰۷	۱۲-۳-۶- پایش محیط زیستی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی با شوری بالا
۱۰۸	۴-۶- اقدامات کنترلی پیشنهادی در استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
۱۰۸	۱-۴-۶- اقدامات کنترلی پیشنهادی
۱۰۹	۲-۴-۶- اقدامات مدیریتی برای کاهش اثرات سوء ناشی از شوری بالای این منابع
۱۰۹	۳-۴-۶- هشدار در مواقع اضطراری

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۱۱	فصل هفتم- ارائه برنامه آموزشی در بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
۱۱۳	۱-۷- کلیات
۱۱۳	۲-۷- گروه‌های هدف برای آموزش
۱۱۴	۳-۷- برنامه آموزش نحوه بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
۱۱۴	۱-۳-۷- گام اول- تشکیل یک کمیته مدیریتی
۱۱۸	۲-۳-۷- گام دوم- شناسایی و دسته‌بندی افراد ذینفع و ارائه برنامه‌های آموزشی
۱۱۹	۳-۳-۷- گام سوم- تجزیه و تحلیل عوامل و متغیرهای تاثیرگذار در سطوح مختلف اجرایی
۱۲۳	۴-۳-۷- گام چهارم- تامین منابع مالی
۱۲۴	۵-۳-۷- گام پنجم- اجرای برنامه‌های استراتژیک، آموزش و آگاهی رسانی
۱۲۵	۶-۳-۷- ارزیابی اثربخشی فعالیت‌های آموزش در زمینه استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
۱۲۷	پیوست- واژه‌نامه
۱۳۰	منابع و مراجع

فهرست جدول‌ها

عنوان

صفحه

جدول ۱-۱- خلاصه‌ای از تجارب عملی و تحقیقاتی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در سطح کشور	۹
جدول ۱-۲- وضعیت کاربرد فاضلاب‌ها و پساب‌ها در سطح دنیا	۱۲
جدول ۱-۳- وضعیت مصارف آب و تولید فاضلاب در سطح کشور	۱۸
جدول ۲-۲- پتانسیل تولید فاضلاب شهری و روستایی بر اساس آخرین سرشماری (سال ۱۳۸۵)	۱۸
جدول ۳-۲- اطلاعات مربوط به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری به تفکیک در حال بهره‌برداری، در حال ساخت و مطالعاتی	۱۸
جدول ۴-۲- خلاصه وضعیت کلی پساب‌ها در کشور بر اساس اطلاعات ارسالی	۲۰
جدول ۵-۲- پیش‌بینی مصارف آب شرب و بهداشت در سال‌های آتی با الگوی معمول	۲۰
جدول ۶-۲- پیش‌بینی مصارف و استحصال آب شرب و بهداشت در سال‌های آتی با الگوی مطلوب	۲۱
جدول ۷-۲- پیش‌بینی حجم پساب کشور در سال‌های آینده با الگوی مطلوب و معمول	۲۱
جدول ۸-۲- مقایسه ویژگی‌های رواناب سطحی و فاضلاب مخلوط با رواناب سطحی	۲۲
جدول ۹-۲- کیفیت فاضلاب خام ورودی و پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب تهران	۲۴
جدول ۱۰-۲- مزایا و معایب عملکرد سامانه‌های تصفیه فاضلاب زیستی جهت فاضلاب خانگی	۲۵
جدول ۱۱-۲- میزان برداشت آب و تولید پساب در بخش صنعت در سال ۱۳۸۰	۲۶
جدول ۱۲-۲- برآورد میزان برداشت آب و تولید پساب در بخش صنعت در سال‌های آتی	۲۶
جدول ۱۳-۲- مقایسه میانگین کیفیت فاضلاب صنایع غذایی، شیمیایی و فلزی با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست	۲۶
	۲۹
جدول ۱۴-۲- ویژگی‌های مهم فاضلاب صنعتی و روش‌های اصلی تصفیه و دفع	۳۰
جدول ۱۵-۲- حدود تلفات سالیانه و غلظت حداکثر عناصر مغذی در زه‌آب‌های سطحی و زیرزمینی در سطح مزرعه	۳۲
جدول ۱-۳- اولویت‌بندی بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در سطح حوضه‌های آبریز کشور	۴۱
جدول ۱-۴- عوامل خطرزای بهداشتی در مصارف مختلف از پساب‌ها و آب‌های برگشتی	۵۰
جدول ۲-۴- اثرات بهداشتی نسبی پاتوژن‌های مختلف در فاضلاب‌ها	۵۱
جدول ۳-۴- قدرت بقا عوامل بیماری‌زای موجود در پساب در محیط زیست	۵۱
جدول ۴-۴- مخاطرات بهداشتی ناشی از عناصر سنگین	۵۲
جدول ۵-۴- مدت زمان رسیدن به مرز محدودیت‌زا (سمی) عناصر کمیاب در خاک‌ها در استفاده از پساب‌ها	۵۳
جدول ۶-۴- اثر ترکیبات مختلف موجود در پساب‌ها و آب‌های برگشتی بر روی خاک، گیاه و دام‌ها	۵۶
جدول ۱-۵- طبقه‌بندی پیشنهادی برای آب‌ها از نظر شوری در آبیاری	۷۳
جدول ۲-۵- طبقه‌بندی گیاهان با توجه به میزان تحمل آنها نسبت به سدیم	۷۴
جدول ۳-۵- آستانه غلظت در عصاره اشباع خاک و افت تولید محصولات مختلف در ازای افزایش هرمیلی مول بر لیتر کلرید	۷۴
جدول ۴-۵- غلظت آستانه یون بُر برای گیاهان مختلف	۷۵
جدول ۵-۵- استانداردهای استفاده از فاضلاب برای آبیاری محصولات کشاورزی در کشورهای جهان	۷۶
جدول ۱-۶- استاندارد کیفی پیشنهادی برای استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در مصارف شرب دام و طیور	۸۶
جدول ۲-۶- راهنمای کیفی پیشنهادی برای استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای شرب دام و طیور (از دیدگاه شوری)	۸۶
جدول ۳-۶- استاندارد میکروبیولوژیکی پیشنهادی برای کاربرد پساب‌ها و آب‌های برگشتی در کشاورزی و فضای سبز	۸۷

۸۷	جدول ۴-۶- استانداردهای کیفی پیشنهادی برای کاربرد پسابها و آبهای برگشتی در مصارف شهری و خانگی غیرشرب
۸۸	جدول ۵-۶- استاندارد کیفی پیشنهادی برای کاربرد پسابها و آبهای برگشتی در آبیاری فضای سبز
۸۹	جدول ۶-۶- استاندارد پیشنهادی برای دفع پسابها و آبهای برگشتی به آبهای سطحی (سازمان حفاظت محیط زیست)
۹۰	جدول ۷-۶- استاندارد پیشنهادی برای دفع پسابها و آبهای برگشتی به چاه جذب
۹۱	جدول ۸-۶- استاندارد پیشنهادی برای مصارف صنعتی از پسابها و آبهای برگشتی
۹۲	جدول ۹-۶- استاندارد پیشنهادی برای مصارف تفرجی از پسابها و آبهای برگشتی ^۱
۹۳	جدول ۱۰-۶- استاندارد پیشنهادی برای استفاده از پسابها و آبهای برگشتی در محیط زیست، آبریان، حیات وحش و مصارف شهری و ...
۹۴	جدول ۱۱-۶- معیار کیفیت پیشنهادی برای استفاده از پساب و آبهای برگشتی در پرورش ماهی
۹۶	جدول ۱۲-۶- مراحل پیشنهادی برای پایش خطوط انتقال پساب
۹۷	جدول ۱۳-۶- مراحل پیشنهادی پایش کیفی در تصفیه خانه های فاضلاب
۱۰۰	جدول ۱۴-۶- مراحل پیشنهادی برای پایش خاک در بهره برداری از پسابها و آبهای برگشتی
۱۰۱	جدول ۱۵-۶- مراحل پیشنهادی برای پایش زیست محیطی محصولات آبیاری شده با پسابها و آبهای برگشتی
۱۰۳	جدول ۱۶-۶- چک لیست پیشنهادی برای کنترل سلامتی افراد شاغل در پروژه های استفاده مجدد از پسابها و آبهای برگشتی
۱۰۴	جدول ۱۷-۶- برنامه پایش برای کارگران شاغل در طرح استفاده از پساب در آبیاری
۱۰۵	جدول ۱۸-۶- برنامه پایش کیفی منابع آب سطحی و زیرزمینی
۱۰۶	جدول ۱۹-۶- مراحل پایش استفاده از پسابها و آبهای برگشتی در آبیاری فضای سبز
۱۰۶	جدول ۲۰-۶- مراحل پایش استفاده از پسابها و آبهای برگشتی در آبیاری پروری
۱۰۷	جدول ۲۱-۶- طرح مراحل مختلف پایش در استفاده از پسابها و آبهای برگشتی در تغذیه مصنوعی
۱۰۸	جدول ۲۲-۶- برنامه پایش زیست محیطی در استفاده از منابع آب برگشتی شور
۱۰۹	جدول ۲۳-۶- خلاصه ای از برنامه مراقبت و روش تقلیل بر اساس اثرات پیش بینی شده
۱۱۴	جدول ۱-۷- اولویت های آموزشی و ترویجی برای هر یک از گروه های سه گانه
۱۲۲	جدول ۲-۷- جایگاه، مزایا و معایب ابزارهای رسانه ای در راهبرد آگاهی رسانی و در پسابها و آبهای برگشتی

فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۲۳	نمودار ۱-۲- طرح شماتیک واحدهای عملیاتی تصفیه خانه های فاضلاب شهری
۱۱۶	نمودار ۱-۷- ساختار کمیته مدیریتی آموزش و ارتقا آگاهی های عمومی در زمینه استفاده از پسابها و آبهای برگشتی

مقدمه

در حال حاضر حدود ۹۳ درصد از کل آب مصرفی ایران صرف آبیاری حدود ۸/۵ میلیون هکتار از اراضی زراعی شده و سهم بخش شرب و صنعت به ترتیب ۵/۸ و ۱/۲ درصد می‌باشد. پتانسیل فاضلاب خانگی تولیدی در سطح کشور براساس آخرین سرشماری رسمی (سال ۱۳۸۵) به تفکیک شهری، روستایی و کل به ترتیب معادل ۳۶۷۰، ۷۲۷ و ۴۴۰۰ میلیون مترمکعب در سال می‌باشد. محاسبات نشان می‌دهند که بر اساس سناریوی معمول حجم پساب برگشتی در جوامع شهری و روستایی کشور در سال ۱۴۰۰ به ترتیب، معادل ۴۳۶۹ و ۸۲۳ میلیون متر مکعب و در مجموع معادل ۵۱۹۱ میلیون متر مکعب در سال و بر اساس سناریوی مطلوب حجم پساب برگشتی در سال هدف در شهرها و جوامع روستایی به ترتیب معادل ۴۷۰۹ و ۱۱۱۳ و در مجموع معادل ۵۸۲۲ میلیون متر مکعب خواهد بود. براساس گزارش‌های طرح جامع آب کشور، کل آب مورد نیاز صنایع و معادن در سال ۱۳۸۰ معادل ۱۰۷۹ میلیون مترمکعب بوده که به تناسب نوع صنعت در مجموع ۵۰۰ میلیون مترمکعب آن را در فرایند تولید مصرف و حدود ۵۷۹ میلیون مترمکعب آن به پساب تولیدی تبدیل شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در سال ۱۴۰۰ آب مورد نیاز صنعت ۲۱۱۰ میلیون مترمکعب و میزان پساب تولیدی معادل ۱۰۸۸ میلیون مترمکعب خواهد بود [۲۱]. بر اساس بررسی‌های به عمل آمده، از کل آب تامین شده در بخش کشاورزی در سال حدود ۲۶/۸ میلیارد مترمکعب زه‌آب تولید شده، که ۴۵ درصد سطحی و مابقی زیرزمینی می‌باشد. پیش‌بینی می‌شود این مقدار در سال ۱۴۰۰ در صورت تحقق توصیه‌های مربوط به افزایش راندمان، به رقم ۲۶/۲ میلیارد مترمکعب برسد.

جوامع شهری و روستایی کانون اصلی مصارف آب برای مقاصد شرب، زراعی، صنعت و تولید فاضلاب انسانی می‌باشند. افزایش مصارف آب و به تبع آن تولید فاضلاب و روند رو به رشد این تولید، و همچنین توجه به استفاده غیراصولی در وضع موجود، ایجاب می‌نماید، برای جلوگیری از گسترش مشکلات محیط زیستی و همچنین تامین بخشی از آب مورد نیاز مصارف مختلف از طریق باز چرخانی و استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی برنامه‌ریزی شود. لیکن هریک از گروه‌های فوق‌الذکر کیفیت و مشخصات خاصی داشته و کاربرد مجدد آنها می‌تواند، اثرات بهداشتی و زیست محیطی مختلفی را به دنبال داشته باشد. فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی از نظر ویژگی‌های کیفی متفاوت بوده و این تفاوت در مقیاس کم‌تر در داخل گروه‌های مختلف از منابع سه‌گانه مذکور نیز مشاهده می‌شود. این تفاوت در فاضلاب‌های خانگی، مربوط به ویژگی‌های فرهنگی، عادات غذایی، کیفیت آب مصرفی و همچنین شرایط آب و هوایی و فرایند تصفیه می‌باشد. مشخصه اصلی فاضلاب‌های انسانی BOD و COD بالا، عناصر مغذی و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا (باکتریایی و انگلی) می‌باشد. این فاضلاب‌ها در صورت عدم نفوذ فاضلاب‌های صنعتی فاقد فلزات سنگین در حد خطرزا می‌باشند. لذا از این نظر جای نگرانی نیست. این منابع در صورت راهبری درست تصفیه‌خانه از حداقل نوسانات کیفی برخوردار خواهند بود. در زه‌آب‌های کشاورزی وابسته به کیفیت آب مصرفی، نوع و راندمان سامانه آبیاری، نوع سامانه زهکشی، میزان مصرف نهاده‌های کشاورزی، نوع و ویژگی‌های خاک و همچنین شرایط اقلیمی منطقه می‌باشد. مشخصه اصلی زه‌آب‌های کشاورزی دارا بودن EC بالا، وجود عناصر مغذی (N و P) در غلظتی قابل توجه و همچنین حضور بقایای سموم و آفت‌کش‌ها و در درجه‌های کم‌تر عوامل میکربی می‌باشد. مهم‌ترین عامل محدودیت زراعت استفاده مجدد از این منبع در کشاورزی میزان بالای املاح بوده و از جنبه‌های زیست محیطی عناصر مغذی، بقایای سموم و آفت‌کش‌ها از اهمیت بیش‌تری برخوردارند. بیش‌ترین تفاوت کیفی

در داخل گروه‌های سه گانه مربوط به فاضلاب‌های صنعتی می‌باشد. این گروه دارای دامنه تغییرات کیفی وسیعی می‌باشند. مشخصه فاضلاب صنایع غذایی، مواد آلی و عناصر مغذی بالا، صنایع فلزی ترکیبات فلزی، به ویژه فلزات سنگین زیاد و مشخصه فاضلاب صنایع دارویی، دارا بودن ترکیبات شیمیایی و آلی قابل توجه می‌باشد. با توجه به تنوع و دامنه وسیع تغییرات کیفی پساب‌های صنعتی، از مهم‌ترین شاخص‌های کیفی محدودیت زرا در مصارف مجدد، می‌توان به حضور ترکیبات شیمیایی و سمی، فلزات سنگین، مواد آلی، pH نامناسب و دما و رنگ اشاره نمود. در استفاده از این منابع توجه به غلظت فلزات سنگین و همچنین ترکیبات شیمیایی از اهمیت بیش‌تری برخوردار می‌باشد. به‌طور کلی استفاده از این منابع نیاز به ملاحظات کیفی و زیست محیطی شدیدتری در مقایسه با زه‌آب‌های کشاورزی و همچنین پساب‌های خانگی دارد.

کاربرد فاضلاب‌های تصفیه شده در کشورهای مختلف جهان از دیر باز رواج داشته است. در کشورهای پیشرفته فاضلاب‌های تصفیه شده با رعایت ضوابط زیست محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند. محور این قوانین بر حفظ سلامتی انسان، حفاظت از محیط زیست و جلوگیری از آلودگی خاک و آب استوار بوده و در دوره‌های زمانی مشخصی مورد بازنگری قرار می‌گیرد. درحالی‌که در کشورهای در حال توسعه، علاوه بر فاضلاب‌های تصفیه شده از فاضلاب‌های خام نیز برای تولید محصولات کشاورزی استفاده می‌شود. این کشورها فاقد استراتژی و برنامه‌ریزی مناسب و همچنین دستورالعمل مشخص در زمینه استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی بوده به همین دلیل استفاده از این منابع در اغلب موارد با پیامدهای بهداشتی، زیست محیطی و آلودگی منابع آب و خاک همراه می‌باشد. ایران به عنوان یکی از کشورهای خاورمیانه با کاهش منابع آب تجدیدشونده مواجه بوده و در حال حاضر در سطح کشور، به ویژه در حواشی شهرهای بزرگ و مراکز استان‌ها، مناطق وسیعی با پساب‌ها و آب‌های برگشتی آبیاری می‌شوند. در بیش‌تر مواقع این استفاده غیر اصولی بوده و برای کشت سبزیجات و صیفی‌جات به کار رفته و موجب آلودگی محیط زیست، تجمع آلودگی در خاک و انتقال آن به محصولات تولیدی شده است. با توجه به میزان استقبال و همچنین نیاز به استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در کشاورزی، در حال حاضر بیش‌تر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در سطح کشور با هدف استفاده مجدد از پساب حاصل در کشاورزی، طراحی و اجرا می‌گردند. در این راستا متولیان امر، پالایش و استفاده مجدد از پساب‌های شهری و صنعتی و همچنین آب‌های برگشتی را به عنوان منابعی جدید برای جبران بخشی از این کمبودها مورد توجه قرار داده‌اند. جمع‌بندی تجربیات جهانی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی نشان می‌دهد که با توجه به کمبود آب، استفاده از این منابع به عنوان یک منبع ارزشمند آب مطرح بوده و با گذشت زمان اهمیت آن بیش‌تر نیز خواهد شد. جهت استفاده صحیح و پایدار از این منابع تدوین استانداردها و ضوابط مناسب و الزام در رعایت استانداردها و ضوابط مربوط ضروری بوده و توجه به این دو اصل می‌تواند متضمن اثرات سودمندی همچون حفاظت کمی و کیفی منابع آب و کاهش آلودگی محیط زیست گردد.

در این راستا با توجه به حجم قابل توجه پساب‌های شهری، صنعتی و آب‌های برگشتی، استفاده مجدد از این منابع با در نظرگیری مسایل زیست محیطی، به عنوان راهکاری مناسب جهت جبران بخشی از کمبود آب در برنامه‌های توسعه و بهره‌وری منابع آب مد نظر برنامه‌ریزان کلان کشور می‌باشد. در این رابطه با علم به اجبار در استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی، تدوین ضوابط زیست محیطی مصارف این منابع جهت پیشگیری از اثرات سوء بر محیط زیست (آلودگی منابع آب و خاک) و مخاطرات بهداشتی مربوط ضروری بوده و این نشریه با هدف اصلی تدوین ضوابط زیست محیطی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی تهیه شده است.

- هدف

هدف اصلی این نشریه تبیین ضوابط زیست‌محیطی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی به‌منظور استفاده پایدار و پیشگیری از عوارض بهداشتی و زیست‌محیطی استفاده غیراصولی از این منابع می‌باشد. سایر اهداف این نشریه به شرح زیر می‌باشد:

- تعیین پتانسیل پساب‌ها و آب‌های برگشتی
- مشخصات کیفی پساب‌ها و آب‌های برگشتی
- تجارب و عوارض زیست‌محیطی استفاده غیراصولی از این منابع
- تدوین برنامه مدیریت و پایش زیست محیطی استفاده از این منابع

- دامنه کاربرد

دامنه کاربرد ضوابط ارائه شده در این مطالعات شامل استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی (فاضلاب‌های تصفیه شده شهری، صنعتی و زه‌آب‌های کشاورزی) بوده و مصارف مجدد مورد نظر، شامل مصارف کشاورزی، فضای سبز، تفرجی، تغذیه آبخوان، صنعتی، شیلات و محیط زیست می‌باشد. ضوابط و استانداردهای تدوین شده می‌تواند راه‌گشای پروژه‌های اجرایی در سطح ملی و منطقه‌ای در زمینه استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در مصارف مذکور باشد. گروه‌های اصلی استفاده‌کننده از این نشریه عبارتند از وزارت نیرو و ادارات تابعه، دفاتر آب منطقه‌ای استان‌ها، شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی، وزارت جهاد کشاورزی و ادارات تابعه، شهرک‌های صنعتی، وزارت صنایع و معادن و ادارات تابعه، سازمان حفاظت محیط زیست و ادارات کل استان‌ها، شهرداری‌ها، شرکت‌های مهندسی مشاور و در نهایت زارعین و سایر گروه‌های استفاده‌کننده از این منابع می‌باشد.

فصل ۱

کلیات

۱-۱- تعاریف و اصطلاحات

تعاریف و اصطلاحات به کار رفته در این ضوابط به شرح ذیل می باشد.

فاضلاب خام: هر نوع ماده زاید مایع حاصل از فعالیت های شهری و صنعتی بدون طی مراحل تصفیه

فاضلاب خانگی: هر نوع ماده زاید مایع حاصل از فعالیت های عادی شهرها و روستاها

فاضلاب صنعتی: هر نوع ماده زاید مایع حاصل از فعالیت های واحدهای صنعتی

فاضلاب تصفیه شده و یا پساب ها: در این مطالعات پساب ها و یا فاضلاب های تصفیه شده در برگیرنده فاضلاب های تصفیه

شده شهری و صنعتی می باشد که حداقل یک مرحله تصفیه اعم از فیزیکی، شیمیایی یا زیستی را طی کرده باشند

آب های برگشتی: در این مطالعات آب های برگشتی شامل زه آب های حاصل از آبیاری اراضی زراعی می باشد که به صورت

زهکش سطحی و یا زیرزمینی تولید می گردد.

عناصر مغذی: عناصر مغذی مورد نظر در این گزارش شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم (N.P.K) موجود در فاضلاب خام یا

تصفیه شده می باشد.

مصارف مجدد: منظور از مصارف مجدد هر نوع مصارف مرسوم است که از پساب ها و آب های برگشتی به عمل می آید.

مصارف مجدد مورد نظر در این گزارش شامل مصارف آبیاری، صنعتی، شیلات و آبی پروری، مصارف دام و تغذیه منابع آب

زیرزمینی، تفریحی، محیط زیست و حیات وحش می باشد.

اثرات بهداشتی: عوارض سوء بهداشتی ناشی از استفاده از پساب ها و آب های برگشتی

آبی پروری: استفاده از پساب ها و آب های برگشتی برای پرورش گیاهان و یا جانوران آبی

تغذیه مصنوعی: استفاده از پساب ها و آب های برگشتی برای نفوذ به منابع آب زیرزمینی به منظور افزایش کمیت آب این منابع

BOD^۱: کل اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی

COD^۲: کل اکسیژن مورد نیاز شیمیایی

TOC^۳: کربن آلی کل

محیط پذیرنده: شامل کلیه محیط های پذیرنده این منابع (آب های زاید)، اعم از آب های سطحی و زیرزمینی، دریاچه ها، دریاها،

اقیانوس ها و ... که مواد زاید به آنها تخلیه و یا نفوذ می کند.

پایش: شامل مشاهده نظام مند، اندازه گیری و محاسبه شرایط (فاضلاب/ فاضلاب تصفیه شده/ محیط زیست/ موجودات زنده)

که برای ارزیابی عملکرد، شرایط محیط و اثرات زیست محیطی استفاده از این منابع به عمل می آید.

1- Biochemical oxygen Demand

2- Chemical oxygen Demand

3- Total organic carbon

۱-۲- ضرورت توجه و بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

کاربرد فاضلاب‌های خام و تصفیه شده در کشورهای مختلف جهان از دیر باز رواج داشته است. در اغلب کشورهای پیشرفته فقط فاضلاب‌های تصفیه شده با رعایت استانداردهای مربوط برای کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما در غالب کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران فاضلاب‌های خام هم برای مصارف مختلف از جمله کشاورزی به مصرف رسیده و باعث بروز رخدادهای ناگوار بهداشتی و زیست محیطی گردیده است.

ایران به عنوان یکی از کشورهای خاورمیانه با کاهش منابع آب تجدیدشونده مواجه بوده و به عنوان یکی از سیاست‌های اقتصادی اجتماعی دولت جمهوری اسلامی ایران بر استفاده بهینه از منابع تجدیدپذیر؛ به ویژه بازچرخانی و استفاده مجدد آب، تغذیه آب‌های زیرزمینی و استفاده مجدد از فاضلاب‌های انسانی و صنعتی تصفیه شده در امور کشاورزی و سایر فعالیت‌ها تاکید شده است. در این راستا وزارت نیرو به استناد ماده (۱) قانون توزیع عادلانه آب و با توجه به اصل مدیریت یکپارچه منابع آب مسوولیت تصمیم‌گیری درباره تخصیص و نحوه بهره‌برداری مناسب از پساب‌های پالایش شده شهری و صنعتی و همچنین آب‌های برگشتی از مصارف کشاورزی، به عنوان منابع جدید آب، کلیه سازمانهای آب منطقه‌ای را موظف نموده تا در چارچوب نظام تخصیص آب و سایر مقررات ذیربط نسبت به تهیه و تدوین برنامه‌های مناسب بهره‌برداری از این منابع آب اقدام و برای استفاده مجدد از آب‌های بازیافتی در واحدهای بزرگ صنعتی، کشاورزی، شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی و سایر مصرف‌کنندگان عمده تمهیدات لازم را در نظر بگیرند.

۱-۳- بررسی تجربیات داخلی و خارجی استفاده از پساب و آب‌های برگشتی

۱-۳-۱- سوابق داخلی

انسان از گذشته‌های دور و نامعلوم، آب‌های برگشتی و فاضلاب‌ها را در کشاورزی مورد استفاده قرار داده است. اطلاعات موجود نشان می‌دهد که در قرن دهم هجری، فاضلاب در حومه شهر اصفهان برای کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته است. در قدیم استفاده از فاضلاب عمدتاً با انگیزه حاصلخیز کردن اراضی کاربرد داشته، در صورتی که در حال حاضر کمبود آب انگیزه اصلی محسوب می‌شود. اولین تصفیه‌خانه شهری به روش لجن فعال و با ظرفیت ۴۸۰ مترمکعب در روز در سال ۱۳۴۰ در منطقه صاحبقرانیه ساخته شد. دومین تصفیه‌خانه فاضلاب شهری کشور در سال ۱۳۵۲ به روش برکه تثبیت در فولاد شهر اصفهان احداث گردید. هم‌اکنون اغلب شهرهای بزرگ کشور دارای سامانه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب بوده و یا در مرحله مطالعه و یا اجرای آن می‌باشند.

در حال حاضر در سطح کشور، به ویژه در حواشی شهرهای بزرگ و مراکز استان‌ها مناطق وسیعی با پساب‌ها، آب‌های برگشتی و رواناب‌های شهری آبیاری می‌شوند. در بیش‌تر مواقع این استفاده غیراصولی بوده و برای کشت سبزیجات و صیفی‌جات به کار رفته و موجب آلودگی محیط زیست، تجمع آلودگی در خاک و انتقال آن به محصولات تولیدی شده است. با توجه به میزان استقبال و همچنین نیاز به استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در کشاورزی، در حال حاضر بیش‌تر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در سطح کشور با هدف استفاده مجدد از پساب حاصل در کشاورزی، طراحی و اجرا می‌گردند. با وجود قدمت استفاده از فاضلاب در کشور، تحقیقات در زمینه اثرات مربوط در یکی دو دهه اخیر آغاز شده است. در بخشی از این مطالعات توجه اصلی به اثرات زیست‌محیطی کاربرد این منابع معطوف

شده و در بررسی‌های دیگر تاثیر این آب‌ها در کمیت و کیفیت محصول مورد بررسی قرار گرفته است. در حال حاضر نیز در بسیاری از شهرهای کشور فاضلاب‌های شهری و رواناب‌های سطحی که از شهرها خارج می‌شوند، در زمین‌های کشاورزی پایین دست استفاده می‌شود. در جدول (۱-۱) خلاصه‌ای از تجارب علمی و تحقیقاتی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در سطح کشور صراحتاً عنوان کرده که استفاده از پساب عملکرد این گیاهان را افزایش داده و تاثیر منفی بر ویژگی‌های خاک و نفوذپذیری آن ندارد. تنها از نقطه نظر بهداشتی آبیاری با پساب برای گیاهانی چون کاهو و هویج قابل توصیه نبوده و برای گوجه فرنگی و خیار توصیه می‌شود. بنابراین باید عنوان کرد که در صورت استفاده از پساب برای آبیاری صیفی‌جات باید هماهنگی لازم بین اداره کل محیط زیست و شرکت‌های آب منطقه‌ای انجام شود. لازم به ذکر است که جدول مذکور به عنوان تایید و یا رد استفاده از پساب‌ها محسوب نمی‌شود. بلکه جمع‌بندی از تحقیقات شاخصی است که در این زمینه در کشور انجام شده است. اگر فاضلاب مراحل تصفیه را به خوبی طی کند و فاضلاب صنعتی به داخل آن نفوذ نکرده و فاقد آلودگی‌های مربوط به فلزات سنگین باشد و از نظر شاخص‌های بهداشتی محدودیتی برای مصارف آن نباشد، استفاده از آن برای صیفی‌جات محدودیتی ندارد. در این گونه مصارف شاخص بهداشتی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.

جدول ۱-۱- خلاصه‌ای از تجارب عملی و تحقیقاتی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در سطح کشور

موضوع	نتیجه
بررسی پیامد آبیاری با پساب بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های ناحیه برخوار اصفهان و انباشتی برخی از عناصر در گیاه یونجه [۲۵]	مشاهده شد که هفت سال آبیاری با پساب توانسته است زمین‌های شور و سدیمی منطقه را بدون هیچ تیمار دیگری به یک خاک مناسب برای کشاورزی تبدیل کند و شوری سدیم محلول و تبادلی و همچنین سدیم کل خاک را به اندازه چشمگیری کاهش دهد. همچنین آبیاری با پساب توانسته است غلظت عناصر سنگین گیاه را به مرز زیان آور برساند.
بررسی روش‌های بازیافت و کاربرد فاضلاب‌ها در امور کشاورزی و احیای اراضی [۴۷]	بیانگر نقش مثبت استفاده اصولی از پساب‌ها و همچنین نقش خاک و زمین در پالایش فاضلاب‌ها می‌باشد.
بررسی نقش عوامل مهم در به‌کارگیری فاضلاب‌ها در آبیاری [۴۹]	بیانگر مزایای برکه‌های تثبیت و نقش آنها در استفاده مجدد از فاضلاب و ارائه مبانی طراحی آن برای استفاده از پساب حاصل در کشاورزی می‌باشد.
بررسی اثرات استفاده از فاضلاب‌های تصفیه‌شده شهری بر کیفیت و عملکرد گوجه‌فرنگی، کاهو، هویج و خیار [۳۰]	مشاهده شد که استفاده از پساب افزایش عملکرد این گیاهان را در مقایسه با شاهد به همراه داشته و تاثیر منفی بر ویژگی‌های خاک و به خصوص نفوذپذیری آن در هیچ کدام از تیمارها نداشته است. از نظر کیفیت و تجمع عناصر سنگین اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت. از نظر بهداشتی آبیاری با پساب برای هویج و کاهو قابل توصیه نمی‌باشد ولی برای گوجه و خیار قابل توصیه می‌باشد.
بررسی تاثیرات استفاده مجدد از پساب پالایشگاه تهران، در آبیاری جنگل‌های اطراف پالایشگاه [۴۸]	مشاهده شد که pH و هدایت الکتریکی (EC) خاک جنگل بعد از آبیاری نسبت به شرایط قبل از شروع آبیاری با پساب، افزایش پیدا کرده‌است. آنها همچنین نشان دادند که میزان اغلب آلودگی‌های پساب پالایشگاه تهران در حدی است که نمی‌توان از آن برای آبیاری درختان جنگلی یا مصرف مجدد در پالایشگاه استفاده نمود.
بررسی تاثیر فاضلاب تصفیه شده خانگی بر عملکرد گیاهان خیار و هویج و ویژگی‌های خاک آزمایشی در شرایط زراعی [۱۲]	مشاهده شد که استفاده از پساب باعث افزایش عملکرد و همچنین افزایش میزان تجمع مواد غذایی ماکرو و میکرو در اندام‌های هوایی خیار و هویج و همچنین باعث افزایش میزان غلظت عناصر ماکرو و میکرو در خاک گردیده‌است. همچنین استفاده از فاضلاب باعث افزایش آلودگی‌های میکربی در محصول تولیدی گردید.
بررسی اثر فاضلاب‌های تصفیه‌شده خانگی بر کیفیت و عملکرد گوجه‌فرنگی و کاهو [۳۱]	نتایج نشان داد که استفاده از فاضلاب جهت آبیاری مزارع آزمایشی باعث افزایش عملکرد و غلظت عناصر غذایی ماکرو و میکرو در کلیه اندام‌های هوایی و زیرزمینی گوجه‌فرنگی و هویج شده است و هیچ‌گونه اثر سویی بر ویژگی‌های خاک نداشته است.
ارزیابی کمی و کیفی نهرهای فاضلاب کش جنوب تهران و چگونگی تصفیه آن با روش برکه‌های تثبیت [۳۲]	نتایج تحقیق حاکی از قابلیت استفاده فاضلاب و کاربرد پساب حاصله در آبیاری محدود و غیرمحدود بود.

ادامه جدول ۱-۱- خلاصه‌ای از تجارب عملی و تحقیقاتی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

موضوع	نتیجه
بررسی پیامدهای استفاده ۹ ساله از پساب شمال اصفهان بر خواص شیمیایی، فیزیکی و زیست‌محیطی خاک [۱۵]	نتایج نشان داد که آبیاری با پساب طی مدت ۹ سال، باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری، نفوذپذیری و افزایش درصد رطوبت در ظرفیت مزرعه، عملکرد و کیفیت محصول نسبت به مزرعه آبیاری نشده با پساب گردیده است.
بررسی تغییرات کیفی آب رودخانه‌های فصلی شیراز در اثر فاضلاب [۹]	مشاهده شد که غلظت کروم ۶ ظرفیتی موجود در آب در تعدادی از ایستگاه‌ها بیش از حد استاندارد ایران و سازمان خواربار جهانی (FAO) ^۱ بوده، اما مقادیر سرب، مس، کادمیم، کروم، نیکل و روی عموماً کم‌تر و یا مساوی مقادیر توصیه شده می‌باشد.
بررسی امکان استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر مشهد در بخش کشاورزی [۲]	طبق نتایج، استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر مشهد در کشاورزی و جایگزینی آن با چاه‌های زراعی در مصارف شهری می‌تواند به عنوان راه‌حلی برای معضل کم آبی شهر مطرح باشد.
بررسی کمی-کیفی پساب تصفیه شده تصفیه‌خانه‌های فاضلاب تهران و امکان استفاده از آن در آبیاری فضای سبز و پارک‌ها [۶]	نتایج نشان داده که پارامترهای کیفی پساب به جز بی‌کربنات، نیتروژن و کلی‌فرم از نظر آبیاری فضای سبز در محدوده مجاز قرار دارند.
ارزیابی کیفیت پساب تصفیه‌خانه شمال شهر اصفهان برای استفاده در کشاورزی [۲۵]	براساس نتایج میزان ازت، فسفر، پتاسیم و نمک‌های محلول پساب در حد مجاز مصارف زراعی بوده ولی برای تخلیه در آب‌های زیرزمینی لازم است که مواد جامد معلق، فسفر و ازت آن کاهش یابد. همچنین میزان ازت، کلر، سدیم و به‌ویژه بی‌کربنات سدیم آن در مقایسه با استاندارد FAO بالا بوده و بسته به روش آبیاری و نوع گیاه می‌تواند زیان‌آور باشد.
بررسی عوامل و روش‌های موثر در کاهش بار آلودگی پساب‌های زراعی [۸]	اعمال مدیریت صحیح مانند افزایش راندمان آبیاری، مصرف پهنه کود و سم و تغییر روش‌های آبیاری را به عنوان عوامل موثر در کاهش بار آلودگی پساب‌ها توصیه نمودند و همچنین راهکارهایی از جمله استفاده از استخرهای طبیعی و مصنوعی، باتلاق‌ها، نوارهای حایل، کانال‌های علف‌دار، فیلتر خاک و چمن و تطبیق کشت با کیفیت پساب را به عنوان راهکارهای موثر در کاهش آلودگی در مزارع توصیف نمود.
بررسی اثر زهکش‌های ذوب‌آهن، رودشت و سگری بر کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود [۳۳]	مهم‌ترین اثر این زهکش‌ها بر کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود افزایش شوری آب این رودخانه می‌باشد که این افزایش به حدی است که کیفیت آب این رودخانه برای کلیه مصارف غیر قابل استفاده می‌باشد.
تاثیر استفاده از پساب تصفیه‌خانه شاهین‌شهر در آبیاری چغندر قند، ذرت و آفتاب‌گردان [۵۶]	نتایج نشان داد که آبیاری با پساب باعث کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع و افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک گردیده است. روش آبیاری اثر معنی‌داری بر میزان کاهش سرعت نفوذ نهایی آب در خاک و کاهش میزان خلل و فرج خاک دارد.
آلودگی ناشی از کاربرد فاضلاب تصفیه نشده در اراضی دشت برخوار [۲۹]	نتایج نشان داد که میزان نیترات در ۹۰ درصد از چاه‌ها بیش از حد استاندارد بوده ولی غلظت فلزات سنگین به استثناء کبالت کم‌تر از حدود استاندارد مصارف کشاورزی می‌باشد.
بررسی تجمع عناصر سنگین در خاک و گونه گندم، ذرت، خیار و یونجه که طی ۸ سال با فاضلاب آبیاری شده‌اند [۶۶]	براساس نتایج، غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های خاک و گیاه در مزارع آبیاری‌شده با فاضلاب کمی بیش‌تر از مقادیر آنها در مزارع آبیاری شده با آب چاه می‌باشد اما محدودیتی از نظر میزان تجمع عناصر سنگین در آبیاری این گیاهان با فاضلاب وجود نداشته است.
بررسی کیفیت فاضلاب خروجی صنایع بزرگ فلزی اهواز [۴]	براساس نتایج، غلظت پارامترهای چربی و روغن، جامدات معلق، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی COD ^۲ ، کلر و سولفات بالاتر از حد مجاز استاندارد برای تخلیه به محیط زیست بوده ولی میزان اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی BOD ^۳ ، کادمیم، سرب و روی پایین‌تر از استانداردهای محیط زیست ایران می‌باشند.
بررسی اثرات آبیاری با فاضلاب خام و تصفیه‌شده بر رشد و میزان جذب فلزات سنگین در ذرت [۲۰]	براساس نتایج میزان تجمع سرب، کادمیم، مس، نیکل و کبالت در اندام‌های گیاهی کم‌تر از حد استاندارد بوده و نسبت اختلاط ۲۵ درصد فاضلاب خام و ۷۵ درصد آب چاه را به عنوان بهترین نسبت اختلاطی از لحاظ تجمع فلزات سنگین پیشنهاد نمود.
بررسی تاثیر استفاده از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهری بر میزان مواد آلی خاک [۱۰]	نتایج نشان داد که با افزایش مواد آلی موجود در فاضلاب مورد استفاده در آبیاری گیاهان گوجه‌فرنگی، جعفری و هویج، بر مقدار ماده آلی خاک افزوده می‌شود.
بررسی اثر استفاده از پساب به روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی و آبیاری نشتی بر آلودگی خاک [۴۶]	مشاهده شد که تیمار آبیاری نشتی با پساب فاضلاب آلوده‌ترین شرایط را داشته است و استفاده از روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در شرایط بهره‌برداری مجدد از پساب فاضلاب شهری توصیه شد.

- 1- Food and Agriculture Organization
- 2- Chemical Oxygen Demand
- 3- Biochemical Oxygen Demand

ادامه جدول ۱-۱- خلاصه‌ای از تجارب عملی و تحقیقاتی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

موضوع	نتیجه
بررسی تأثیر نبود سیستم جمع‌آوری فاضلاب بر محیط‌زیست شیراز [۶۵]	نتایج نشانگر افزایش غلظت عناصر سنگین، یون‌های کلراید و سولفات در منابع آب زیرزمینی در مناطق جنوبی و جنوب‌شرقی شیراز در حدی بیش از حد مجاز برای استفاده در آبیاری می‌باشد.
تحقیق در قالب کشت لایسمتری با استفاده از فاضلاب خام در آبیاری ذرت و استفاده زه‌آب حاصله در آبیاری سویا و نهایتاً زه‌آب سویا در آبیاری جعفری [۳]	براساس نتایج، سویا و ذرت آبیاری شده در مقایسه با آب چاه افزایش عملکرد قابل توجهی داشته ولی عملکرد جعفری تغییر معنی‌داری نسبت به آب چاه ندارد. میزان تجمع کادمیوم در سویا و ذرت در فاضلاب و آب چاه تفاوت معنی‌داری نسبت به آب چاه نداشتند.
بررسی تغییرات کمی- کیفی و میزان خودپالایی نهر فیروز آباد برای استفاده در کشاورزی [۵۰]	نتایج نشانگر محدودیت کیفی جریان نهر فیروزآباد از نظر فلزات سنگین و مواد آلی می‌باشد.
بررسی میزان جذب کادمیوم از محیط ریشه و میزان تجمع آن در اندام محصولات زراعی [۵۱]	نتایج بیانگر قابلیت و توانایی متفاوت گونه‌های مورد بررسی در جذب و تجمع کادمیوم در اندام‌های مختلف و توانایی بیش‌تر گونه‌های سبزیجات برگ پهن در جذب و تجمع کادمیوم در اندام مختلف به ویژه بخش‌های خوراکی می‌باشد.

بررسی تجارب استفاده از پساب‌ها در سطح کشور نشان می‌دهد که این منابع عمدتاً در حواشی شهرها جهت آبیاری محصولات سبزیجات و صیفی‌جات به کار گرفته شده و این مصارف علیرغم صرفه‌جویی در مصارف آب و کودهای شیمیایی؛ آلودگی منابع آب و خاک و محصولات تولیدی را به همراه داشته است. در حال حاضر به سه صورت مختلف از فاضلاب‌ها، پساب‌ها و آب‌های برگشتی در کشاورزی استفاده می‌شود.

- استفاده غیراصولی و بدون رعایت استانداردهای مربوط و الگوی کشت مناسب
- بعد از تصفیه کامل فاضلاب و رساندن کیفیت آن به حد استانداردهای مورد نظر
- استفاده از پساب با کیفیت نامطلوب، برای کشت نباتات خاص و انتخاب روش مناسب آبیاری، منطبق با کیفیت پساب‌ها و کنترل افراد در معرض تماس
- تجربیات مختلف در رابطه با طرح‌های استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در کشور نشان می‌دهد که اجرای این طرح‌ها می‌تواند اثرات مثبت زیر را در پی داشته باشد:

- کنترل بیابان‌زایی با کاربرد منابع در آبیاری اراضی زراعی و فضای سبز و جنگل کاری
 - بهینه‌سازی و افزایش بهره‌وری مصارف آب با استفاده مجدد از پساب‌ها
 - حفظ منابع آبی موجود از طریق برگشت دادن جریان‌های فاضلاب به زمین
 - صرفه‌جویی در هزینه مصرف کودهای شیمیایی
 - توسعه سطح زیر کشت آبی
 - حفاظت خاک و بهبود کیفیت آن از طریق رشد گیاهان و جلوگیری از فرسایش خاک
 - کاهش آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی
- پساب‌ها با توجه به ویژگی‌های خاصی که دارند، علیرغم مزایا و فواید انکارناپذیر، دارای مشکلات و خطراتی نیز می‌باشند که نمونه بارز آن عوارض ناشی از استفاده غیر اصولی جریان انهار و کانال‌های فاضلاب کش سطح تهران در اراضی جنوب تهران به ویژه دشت ورامین می‌باشد. با توجه به پیچیدگی مدیریت استفاده از این منابع توجه به اثرات سوء محیط زیستی به شرح زیر ضروری می‌باشد:
- تجمع فلزات سنگین در خاک و انتقال آن به گیاه

- اثرات سمی ناشی از یون‌های ویژه بر گیاهان
- مسایل و مشکلات بهداشتی ناشی از عوامل بیماری‌زا
- تشدید شوری خاک‌ها
- عوارض بهداشتی مربوط به کارکران و شاغلان در پروژه

۱-۳-۲- سوابق خارجی

کاربرد فاضلاب‌های خام و تصفیه شده در کشورهای مختلف جهان از دیرباز رواج داشته است. از اواسط قرن نوزدهم و آغاز آلودگی‌های باکتریایی در منابع آب سطحی کشورهای صنعتی (به ویژه اروپا و ایالات متحده) که مسایل بهداشتی گسترده‌ای را به همراه داشت، به تدریج تاسیس تصفیه‌خانه‌های فاضلاب مختلف در مناطق شهری توسعه یافت. در کشورهای پیشرفته، فقط استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده و با رعایت ضوابط و استانداردهای مربوط صورت می‌گیرد. متأسفانه افزایش جمعیت و رشد صنایع به قدری سریع بوده که در بسیاری از کشورهای در حال توسعه تصفیه‌خانه‌های موجود، جوابگوی فاضلاب‌ها و پساب‌های تولیدی نبوده و در مناطقی از پساب‌های خام و آلوده برای مصارف مختلف استفاده می‌شود که عوارض ناگوار بهداشتی و محیط زیستی را به همراه دارد. مساحت اراضی آبیاری شده با فاضلاب‌ها و پساب‌ها در سطح جهان بالغ بر ۲/۵ میلیون هکتار تخمین زده می‌شود که حدود یک درصد اراضی زراعی آبی را تشکیل می‌دهند. اطلاعاتی در زمینه کاربرد این منابع در چند کشور جهان در جدول (۱-۲) ارائه شده است.

جدول ۱-۲- وضعیت کاربرد فاضلاب‌ها و پساب‌ها در سطح دنیا [۸۸]

کشور	کاربرد فاضلاب
آفریقای جنوبی	در این کشور ۳۲٪ فاضلاب‌ها بعد از تصفیه مجدداً برای کارهای مختلف استفاده می‌شوند که ۱۶٪ آن برای آبیاری محصولات کشاورزی است. اراضی آبیاری شده با این آب‌ها نزدیک به ۲۸۰۰۰ هکتار می‌باشد.
آلمان	۸۸۰۰۰ هکتار زمین در سال ۱۹۹۷ در این کشور با فاضلاب تصفیه شده آبیاری می‌گردید.
انگلستان	در سال ۱۹۸۸ در ۶۰ پروژه مختلف از این آب‌ها استفاده می‌شد و این روند رو به افزایش داشته است.
ایالات متحده آمریکا	در این کشور تعداد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب از ۱۵۰ واحد در سال ۱۹۴۰، به ۳۴۰۰ واحد در سال ۱۹۸۰ افزایش یافت. در این کشور، ایالت کالیفرنیا و فلوریدا در استفاده از فاضلاب تصفیه شده از دیگران پیشی گرفته است. در این دو ایالت به ترتیب معادل ۱/۶۷ و ۱/۵۲ میلیون متر مکعب پساب تصفیه شده حاصل می‌شود که از این مقدار در ایالت کالیفرنیا ۵۹٪ در آبیاری محصولات کشاورزی و فضای سبز و در ایالت فلوریدا معادل ۲۱٪ در آبیاری کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. دو طرح مهم استفاده از پساب کشاورزی در ایالت فلوریدا به ترتیب از ۱۳۰۰۰ و ۶۸۰۰۰ متر مکعب در روز پساب برای آبیاری بیش از ۶۰۰۰ و ۱۵۵۰ هکتار زمین استفاده می‌کنند.
اسرائیل	در سال ۱۹۸۲، با استفاده از ۴۲٪ فاضلاب تصفیه شده شهری، ۱۰۰۰۰ هکتار زمین آبیاری شده است.
تونس	در سال ۱۹۸۸، حجم فاضلاب تصفیه شده در این کشور ۷۸ میلیون متر مکعب بود و در سال ۲۰۰۰ به ۱۲۵ میلیون مترمکعب افزایش یافت. طبق برنامه‌ریزی انجام شده، ۹۵٪ این آب‌ها در کشاورزی به کار می‌رود.
چین	بزرگترین مساحت اراضی آبیاری شده با فاضلاب در چین است که مساحت کل آن در حدود ۳ میلیون هکتار برآورد شده است.
شیلی	در سال ۲۰۰۲، مساحت اراضی آبیاری شده با پساب در این کشور ۱۶۰۰۰ هکتار بوده است.
کویت	۱۲۰۰۰ هکتار زمین در این کشور با فاضلاب آبیاری می‌شود.
مکزیک	حدود ۴۱،۳۰۰ هکتار زمین در نزدیکی شهر مکزیکوسیتی، با حدود ۴۰ مترمکعب در ثانیه فاضلاب خام آبیاری می‌شود.
هندوستان	برآوردهای سال ۱۹۸۶ بانک جهانی نشان می‌دهد که تولید روزانه فاضلاب در این کشور در حدود ۳/۶ میلیون مترمکعب بوده است که ۵۵-۵۰٪ آن برای آبیاری مورد استفاده قرار گرفته است.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که بسیاری از مناطق دنیا که با کمبود آب برای آبیاری مواجه هستند، از زه‌آب کشاورزی نیز در کنار پساب‌های شهری و صنعتی به عنوان یکی از گزینه‌های تامین نیاز آبی محصولات استفاده می‌کنند. استفاده مجدد تنها در صورتی مفید است که زه‌آب از کیفیت خوب و قابل قبولی برخوردار باشد. برخی از مشکلات کیفی زه‌آب‌ها برای استفاده مجدد عبارتند از: میزان بالای املاح، آلودگی با عناصر کمیاب و وجود مواد آلی سمی. پساب‌های صنعتی و پساب‌های شهری (زهکش‌های روباز)، زه‌آب آلوده و پساب‌ها می‌توانند عوارضی از قبیل تخریب خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، مشکلات بهداشتی مرتبط با آب و آلودگی محصولات غذایی را به همراه داشته باشند. با توجه به تنوع و کثرت مطالعات و تحقیقات انجام شده در زمینه استفاده از این منابع در سطح دنیا، از ارائه موردی آنها پرهیز کرده و در این بخش نتایج حاصل از تجارب داخلی و خارجی به صورت مزایا، معایب و اثرات زیست محیطی استفاده از این منابع مورد جمع‌بندی قرار می‌گیرد.

۱-۴- جمع‌بندی

کاربرد فاضلاب‌های تصفیه شده در کشورهای مختلف جهان از دیر باز رواج داشته است. در کشورهای پیشرفته فقط فاضلاب‌های تصفیه شده با رعایت ضوابط زیست‌محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند. محور این قوانین حفظ سلامتی انسان، حفاظت از محیط زیست و جلوگیری از آلودگی خاک و آب استوار بوده و در دوره‌های زمانی مشخصی مورد بازنگری قرار می‌گیرد. در حالی که در کشورهای در حال توسعه، علاوه بر فاضلاب‌های تصفیه شده گاهی از فاضلاب‌های خام نیز برای تولید محصولات کشاورزی استفاده می‌شود. این کشورها فاقد استراتژی و برنامه‌ریزی مناسب و همچنین دستورالعمل مشخص در زمینه استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی بوده به همین دلیل استفاده از این منابع در اغلب موارد با پیامدهای بهداشتی، زیست محیطی و آلودگی منابع آب و خاک همراه می‌باشد.

ایران به عنوان یکی از کشورهای خاورمیانه با کاهش منابع آب تجدید شونده مواجه بوده و در این راستا متولیان امر، پالایش و استفاده مجدد از پساب‌های شهری و صنعتی و همچنین آب‌های برگشتی را به عنوان منابعی جدید برای جبران بخشی از این کمبودها مورد توجه قرار داده‌اند.

بررسی و جمع‌بندی تجربیات جهانی استفاده از این منابع نشان می‌دهد که با توجه به کمبود آب، استفاده از این منابع به عنوان یک منبع ارزشمند آب مطرح بوده و با گذشت زمان اهمیت آن بیش‌تر نیز خواهد شد. جهت استفاده صحیح و پایدار از این منابع تدوین استانداردها و ضوابط مناسب و الزام در رعایت استانداردها و ضوابط مربوط ضروری بوده و توجه به این دو اصل می‌تواند متضمن اثرات سودمندی همچون حفاظت کمی و کیفی منابع آب و کاهش آلودگی محیط زیست گردد.

فصل ۲

بررسی کمی – کیفی پساب‌ها و

آب‌های برگشتی

۲-۱- کلیات

جوامع شهری و روستایی کانون اصلی مصارف آب برای مقاصد شرب، زراعی و صنعت و تولید فاضلاب انسانی می‌باشند. افزایش مصارف آب و به تبع آن تولید فاضلاب، ایجاب می‌نماید برای جلوگیری از گسترش مشکلات محیط زیستی و همچنین تامین بخشی از آب مورد نیاز مصارف مختلف از طریق بازچرخانی و استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی برنامه‌ریزی شود. بر این اساس شناخت وضعیت کمی و کیفی فاضلاب‌های شهری، صنعتی و زه‌آب‌های کشاورزی، به عنوان پیش‌نیاز امکان‌سنجی استفاده مجدد از این منابع در شرایط حال و آینده ضروری می‌باشد. در این بخش بر پایه آخرین آمار و بررسی‌های انجام شده پساب‌ها و آب‌های برگشتی از نظر کمی و کیفی مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار می‌گیرد.

۲-۲- بررسی وضعیت پساب‌های شهری (کمی - کیفی) در سطح کشور

۲-۲-۱- کمیت پساب‌های شهری در وضع موجود

از مقایسه وضعیت تامین آب و دفع فاضلاب کشور با وضعیت آب و فاضلاب در مقیاس جهانی مشخص می‌گردد که در زمینه تسهیلات فاضلاب فاصله زیادی با میانگین جهانی مشاهده می‌شود. خوشبختانه طی سال‌های اخیر اقدامات گسترده‌ای در جهت ظرفیت‌سازی بخش آب و فاضلاب و توسعه نهادی این بخش به انجام رسیده و زمینه را برای فعالیت‌های آتی فراهم کرده‌است. براساس مطالعات جاماب، در سال ۱۳۸۰ حدود ۹۷٪ از جمعیت شهری کشور تحت پوشش آب لوله‌کشی بوده اما با احتساب کل جمعیت شهری، میانگین مصرف سرانه کشور ۶۳/۶ متر مکعب و میزان آب به حساب نیامده در سطح کشور ۳۲٪ بوده و لذا استحصال سرانه آب در سطح کشور برابر ۹۳/۶ متر مکعب در سال و معادل ۲۵۶ لیتر در روز به دست می‌آید (جدول ۱-۲). میزان آب برداشت شده برای مصارف شرب و بهداشت جوامع روستایی در سطح کشور در حدود ۹۵۴ میلیون متر مکعب در سال ۱۳۸۰ می‌باشد و مصرف سرانه آب شرب و بهداشت به میزان ۳۴/۹ متر مکعب در سال و میزان آب به حساب نیامده حدود ۲۱٪ می‌باشد که با احتساب آب به حساب نیامده میزان استحصال سرانه آب شرب و بهداشت در جوامع روستایی در حدود ۴۴/۲ متر مکعب در سال و معادل ۱۲۱ لیتر در روز می‌باشد. این رقم بر اساس مطالعات طرح جامع آب کشور در سال ۷۳ معادل ۱۰۵ لیتر در روز بوده است که طی این دوره در حدود ۱۵٪ افزایش داشته است. براساس نتایج این مطالعات مصارف خانگی به‌طور متوسط ۸۱ درصد از مجموع مصارف را تشکیل می‌دهد که در حوضه‌های مختلف بین ۶۵ تا ۹۴ درصد در نوسان است و ۱۰٪ مصارف مربوط به انشعابات عمومی اداری و ۵٪ متعلق به مصارف صنعتی است.

ضریب پساب بر اساس عوامل تشکیل دهنده آن برای مناطق مختلف محاسبه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، میانگین ضریب پساب در جوامع شهری در حدود ۸۳ درصد و برای جوامع روستایی در حدود ۷۴ درصد می‌باشد و کمی مقدار ضریب پساب در جوامع روستایی به علت حجم کم پساب و بیش‌تر شدن سهم تبخیر در این جوامع می‌باشد. بر این اساس کل پساب برگشتی در جوامع شهری و روستایی به ترتیب ۳۳۶۰ و ۷۰۴ میلیون متر مکعب در سال ۱۳۸۰ و ۳۶۷۰/۴ و ۷۲۷ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۸۵ برآورد شده است (جدول ۱-۲). پتانسیل فاضلاب تولیدی در سطح کشور براساس آخرین آمار سرشماری رسمی کشور

به تفکیک شهری و روستایی برای استان‌های مختلف در جدول (۲-۲) ارائه شده است؛ براین اساس پتانسیل فاضلاب تولیدی به تفکیک شهری، روستایی و کل به ترتیب معادل ۳۶۷۰، ۷۲۷ و ۴۴۰۰ میلیون متر مکعب در سال می‌باشد.

جدول ۲-۱- وضعیت مصارف آب و تولید فاضلاب در سطح کشور [۲۱] و [۲۳]

شاخص	شهری		روستایی	
	۱۳۸۰	۱۳۸۵	۱۳۸۰	۱۳۸۵
سرانه مصرف (مترمکعب در سال)	۶۲/۵۹	۶۵/۳۱	۳۴/۸۹	۲۵/۲۴
میزان به حساب نیامده (%)	۳۲	۲۶	۲۱	۲۵
جمعیت (هزار نفر)	۴۳۰۳۶/۸	۴۸۲۷۱/۲	۲۱۵۵۶/۴	۲۱۲۱۸/۱
نیاز سرانه (مترمکعب در سال)	۹۳/۶۰	۸۸	۴۴/۲۰	۴۷
ضریب تبدیل به پساب	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۷۴	۰/۷۴
حجم پساب کل (میلیون مترمکعب)	۳۳۶۰	۳۵۳۹/۸	۷۰۴	۷۴۰/۵۷

اطلاعات مربوط به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری به تفکیک در حال بهره‌برداری، در حال ساخت و مطالعاتی، براساس آمار رسمی سال ۱۳۸۵ در جدول (۳-۲) ارائه گردیده است. براساس آمار ارائه شده میزان پساب تصفیه شده معادل ۴۱۳/۹۰ (میلیون مترمکعب) در سال، ظرفیت پذیرش تصفیه‌خانه‌ها معادل ۷۲۹/۲۴ (میلیون مترمکعب)، جمعیت تحت پوشش برابر ۷۲۵۳۱۰۷ نفر و ظرفیت نهایی تصفیه‌خانه‌های در حال ساخت معادل ۱۵۵۲/۷۲ (میلیون مترمکعب) در سال بوده و تعداد طرح‌های تصفیه‌خانه در دست مطالعاتی معادل ۲۰۱ واحد می‌باشد.

جدول ۲-۲- پتانسیل تولید فاضلاب شهری و روستایی بر اساس آخرین سرشماری (سال ۱۳۸۵) [۴۲]

استان	جمعیت (هزار نفر)		فاضلاب تولیدی (میلیون مترمکعب)	
	شهری	روستایی	شهری	روستایی
کل کشور	۴۷۲۴۵/۱	۲۲۲۲۷/۸	۳۶۷۰/۴	۷۲۷
کل				۴۴۰۰

جدول ۲-۳- اطلاعات مربوط به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری به تفکیک در حال بهره‌برداری، در حال ساخت و مطالعاتی [۹۹]

استان	در حال بهره‌برداری			در حال ساخت	در حال مطالعه (تعداد)
	جمعیت تحت پوشش	بده (میلیون مترمکعب در سال)			
		بده طراحی	در دست بهره‌برداری		
آذربایجان شرقی	۳۱/۸۹	۷۷/۷۲۳	۹۵۵۲۴۱	۱۹/۶۹۰	۵
آذربایجان غربی	۱۱/۲۱	۱۸۰/۳۲۳	۲۲۵۵۵۷	۶۷/۸۵۳	۶
اردبیل	۲/۵۶۹	۱۲/۱۵۵	۶۴۹۴۵	۲۹/۰۳۰	۳
ایلام	۱۱/۸۶۲۵	۲۴/۸۲۰	۹۲۷۹۶	۱۸۷/۷۶۴	۲
اصفهان	۱۱۵/۱	۱۲۵/۲۶۸	۲۲۵۰۰۰	۵۸	۸
اهواز	۸/۷۶۰	۱۹/۷۱۰	۲۰۰۰۰۰	۲۰	۵
تهران	۵۳/۲۲۳	۳۳/۹۹۷۷۴	۷۷۴۷۵۰	۳۰۳/۹۴۷	۳۲
چهارمحال و بختیاری	۱۴/۳۰۸	۳۵/۶۶۰۵	۲۲۷۱۵۰	۶/۹۳۵	۱۴
خراسان جنوبی	۱/۱۹۶	۳/۸۳۲۵	۴۴۷۷۵	-	۴
خراسان شمالی	۳/۳۰۰	۴/۲۳۴	۸۶۷۰۰	۷/۳۰۰	۴
خراسان رضوی	۲۳/۷۱۰	۴۳/۸۷۳	۵۵۰۰۰۰	۳/۶۸۸	۶
خوزستان	۱۲/۷۷۵	۲۰/۵۱۹	۶۴۰۰۰	۴۷/۸۱۵	۱۲

ادامه جدول ۲-۳- اطلاعات مربوط به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری به تفکیک در حال بهره‌برداری، در حال ساخت و مطالعاتی [۹۹]

در حال مطالعه (تعداد)	در حال ساخت بده طراحی (میلیون مترمکعب در سال)	در حال بهره‌برداری			استان
		جمعیت تحت پوشش	بده (میلیون مترمکعب در سال)		
			در دست بهره‌برداری	بده طراحی	
۴	۲۱/۷۹۱	۷۸۰۰۰	۱۲۵/۶	۲۱/۵۶۰	سیستان و بلوچستان
۲	۳۳/۴۷۱	۷۲۱۲۲	۱/۶۵۸	۴/۳۰۰	سمنان
۶	۸۴/۶۴۳	۱۲۴۰۰۰	۱۲/۲۶۴	۴۶/۶۳۸	فارس
۳	۱۷/۵۴۵	۹۲۶۲۵	۵/۰۶۳	۱۶/۲۸۲	قزوین
۲	۱۸/۳۰۰	۱۱۰۰۰۰	۵/۵۱۹	۶/۹۳۸	قم
۱۴	۲۹۳/۰۲۵	۷۶۲۹۹	۵/۸۴۰	۱۱/۶۸۰	کردستان
۴	۲۲/۴۰۰	۵۴۹۵۰۰	۲۷/۳۴۵	۲۸/۴۰۵	کرمانشاه
۱۹	۱۲/۵۰۰	۲۷۹۰۰	۵/۲۹۲	۵/۲۹۲	کهگیلیوه و بویراحمد
۲	۲۶/۳۵۳	۱۰۸۰۰	۱/۳۸۷	۱/۵۰۰	گلستان
۴	۶۲/۵۷۷	۱۱۱۷۸	۰/۷۲۸	۷/۸۸۴	گیلان
۱۱	۲۳/۷۰۶	۲۱۰۰۰۰	۲۳/۴۹۲	۲۲/۹۲۵	لرستان
۱	۱۲/۱۰۰	۲۱۱۰۸۲۶	۲/۰۷۵	۱۷/۳۲۷	مرکزی
۳	۲۵/۱۴۹	۶۷۲۵	۰/۳۸۳	۲/۳۲۸	مازندران
۴	۵۱/۲۳۳	۳۲۰۰۰۰	۱۰/۷۳۲	۴۲/۸۸۹	هرمزگان
۶	۹۹/۵۷۳	۵۶۲۸	۰/۴۶۹۲۷۳	۱۳/۰۷۰	همدان
۷	۱۱/۶۸۰	۷۵۰۰۰	۶/۴۹۷	۶/۴۹۷	یزد
۴	۰/۰۳۸	—	—	—	کرمان
۳	۱۵/۳۱۹	—	—	—	زنجان
۲	۲۰	۷۶۵۹۰	۴/۷۵۳	۱۶/۲۹۲۵	بوشهر
۲۰۱	۱۶۰۱/۷۲	۷۴۶۸۱۰۷	۵۳۶/۹۰	۸۵۵/۵۱۲	جمع کل

در حال حاضر (سال ۱۳۸۸) از حدود هزار شهر کشور، در ۱۰۱ شهر سامانه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب اجرا شده و در مرحله بهره‌برداری است. در ۱۱۲ شهر دیگر کشور نیز شبکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب در دست اجرا بوده و در ۲۰۱ شهر دیگر طرح‌های مطالعاتی لازم تهیه و آماده اجرا می‌باشد. بر این اساس تنها حدود ۳۰ درصد جمعیت شهری تا به امروز تحت پوشش سامانه‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب قرار دارند. بر اساس آخرین آمار طبق برنامه‌ریزی‌های انجام شده تا پایان سال ۱۳۸۷ حدود یک میلیارد متر مکعب فاضلاب جمع‌آوری و حدود ۵۰۰ میلیون متر مکعب آن تصفیه خواهد شد؛ براساس برنامه‌ریزی‌های دراز مدت وزارت نیرو، باید سالانه ۴ درصد به این میزان افزوده شود. در جدول (۲-۴) خلاصه وضعیت کلی پساب‌ها در کشور بر اساس اطلاعات اخذ شده از شرکت‌های آب منطقه‌ای و شرکت‌های آب و فاضلاب استانی تا پایان سال ۱۳۸۷ ارائه شده است.

جدول ۲-۴- خلاصه وضعیت کلی پساب‌ها در کشور بر اساس اطلاعات ارسالی [۹۹]

نوع پساب	تعداد شهرهای دارای تصفیه‌خانه	تعداد تصفیه‌خانه‌ها			جمعیت تحت پوشش تصفیه‌خانه‌ها (نفر)			میزان پساب تولیدی*	میزان پساب تصفیه شده	میزان پساب تخصیص داده شده (مترمکعب بر ماه)			
		بهره‌برداری	اجرا	مطالعه	بهره‌برداری	اجرا	مطالعه	مترمکعب بر ماه	مترمکعب بر ماه	کشاورزی	خدمات	صنعت	تخصیص نامشخص
شهری	۶۵	۷۷	۵۷	۶۲	۶,۹۵۹,۲۲۷	۵,۸۶۱,۶۲۷	۷,۱۳۶,۵۰۴	۴۶,۳۶۳,۴۳۳	۱۹,۳۳۴,۵۴۷	۳,۰۳۲,۶۴۰	۲,۳۰۹,۴۷۲	۰	۱,۷۴۷,۰۰۸
صنعتی	۱۲	۱۵	۱	۱	۰	۰	۰	۳,۷۲۳,۹۷۲	۳,۱۳۷,۴۲۸	۴۹,۳۴۸	۰	۰	۰
کل	۷۷	۹۲	۵۸	۶۳	۶,۹۵۹,۲۲۷	۵,۸۶۱,۶۲۷	۷,۱۳۶,۵۰۴	۵۰,۰۸۷,۴۰۵	۲۲,۴۷۱,۹۵۷	۳,۰۸۱,۸۸۸	۲,۳۰۹,۴۷۲	۰	۱,۷۴۷,۰۰۸

* عدد مربوط به میزان پساب تولیدی که توسط اکثر استان‌های ارائه‌کننده اطلاعات ارسال شده، مربوط به پساب تولیدی شهرهایی است که دارای تصفیه‌خانه در حال بهره‌برداری هستند و آمار دقیقی از میزان کل پساب تولیدی در کشور نیست.

۲-۲-۲- تخمین حجم پساب خانگی تولیدی در آینده

در حال حاضر در شهرها اعمال سیاست‌های کاهش آب به حساب نیامده در دست انجام است که با اعمال این سیاست‌ها، کاهش میزان آب به حساب نیامده از ۳۲ به ۱۷ درصد در سطح کشور ممکن خواهد شد. در جوامع روستایی به علت کوچکی و ساده بودن شبکه آبرسانی در سال پایه میزان آب به حساب نیامده وضع بهتری داشته و در حدود ۲۱ درصد است. در حال حاضر اقدامات مربوط به کاهش آب به حساب نیامده در روستاها به شدت شهرها اعمال نمی‌شود و در نتیجه در طول سال‌های آتی میزان آب به حساب نیامده در این جوامع به تدریج افزایش یافته و در سال هدف به ۳۸ درصد خواهد رسید. برآورد مصرف سرانه با دو سناریوی مورد نظر به شرح زیر است.

سناریوی مصرف معمول: در این سناریو مصارف سرانه محاسبه شده برای سال پایه ملاک عمل قرار گرفته و تغییرات مصارف سرانه شهری و روستایی بر اساس رشد و توسعه جوامع مشخص شده و نتایج در جدول (۲-۵) ارائه شده است. همان‌گونه که دیده می‌شود مصرف سرانه معمول در طی سال‌های برنامه در شهرها از ۶۳/۵۹ به ۶۷/۵۲ متر مکعب در سال و در جوامع روستایی مصارف معمول از ۳۴/۹ به ۳۶/۴۳ مترمکعب در سال افزایش می‌یابد.

جدول ۲-۵- پیش‌بینی مصارف آب شرب و بهداشت در سال‌های آتی با الگوی معمول [۲۱]

شاخص مورد نظر	سال	شهری	روستایی
جمعیت (هزار نفر)	۱۳۸۰	۴۳۰۳۶/۵	۲۱۵۵۶/۵
	۱۳۹۰	۵۳۸۰۳/۵	۲۰۷۰۶/۲
	۱۴۰۰	۶۴۹۱۹/۵	۱۹۰۱۴/۴
درصد آب به حساب نیامده	۱۳۸۰	۰/۳۲	۰/۲۱
	۱۳۹۰	۰/۲۲	۰/۲۸
	۱۴۰۰	۰/۱۸	۰/۳۵
سرانه مصرف (مترمکعب در سال)	۱۳۸۰	۶۳/۵۹	۳۴/۸۹
	۱۳۹۰	۶۶/۱۱	۳۵/۶۵
	۱۴۰۰	۶۷/۵۲	۳۶/۴۳
میزان استحصال (میلیون مترمکعب در سال)	۱۳۸۰	۴۰۲۸/۱۸	۹۵۳/۵۰
	۱۳۹۰	۴۵۷۱/۷۷	۱۰۳۰/۳۸
	۱۴۰۰	۵۲۳۴/۴۹	۱۰۷۳/۳۶

سناریوی مصرف سرانه مطلوب: در این سناریو الگوی مصرف سرانه بر اساس تاثیر کمی عوامل موثر بر مصرف به صورت تابعی از متغیرهای اقلیمی، جغرافیایی، دسترسی به منابع و درجه توسعه شهری مورد نظر با یک لگاریتم واحد برای کلیه شهرهای کشور محاسبه گردیده است. ویژگی اصلی این روش عدم اتکا به آمار مصارف گذشته می‌باشد، ارقام حاصل مقادیر مطلوب برای مصرف منطقی و متعادل را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در جدول (۲-۶) مشخص شده به این ترتیب مصرف سرانه مطلوب در شهرهای کشور در سال پایه، ۶۸ مترمکعب در سال می‌باشد که به تدریج افزایش می‌یابد و در سال هدف به بیش از ۷۲ متر مکعب در سال می‌رسد. در جوامع روستایی این رقم از ۴۶/۸ متر مکعب در سال پایه با افزایش در طی سال‌های برنامه در سال ۱۴۰۰ به میزان ۴۹/۰۳ متر مکعب می‌رسد.

جدول ۲-۶- پیش بینی مصارف و استحصال آب شرب و بهداشت در سال‌های آتی با الگوی مطلوب [۲۱]

مناطق	مصرف سرانه مطلوب (متر مکعب در سال)			استحصال مطلوب (میلیون متر مکعب)		
	۱۳۸۰	۱۳۹۰	۱۴۰۰	۱۳۸۰	۱۳۹۰	۱۴۰۰
شهری	۶۸	۷۱	۷۲/۷۴	۴۳۹۱/۱۰	۴۹۱۶/۱۵	۵۷۴۵/۶۹
روستایی	۴۶/۸	۴۷/۹۰	۴۹/۰۳	۱۲۸۱/۳۶	۱۳۸۸/۳۱	۱۴۵۰/۳۹

خلاصه نتایج حاصل از دو سناریو در جوامع مورد نظر در جدول (۲-۷) ارائه شده است. بر اساس سناریوی معمول میزان استحصال آب شرب و بهداشت شهری در سال پایه در حدود ۴۳۹۱/۱۰ میلیون متر مکعب است که در سال ۱۴۰۰ به ۵۷۴۵/۶۹ میلیون متر مکعب افزایش خواهد یافت. بر اساس سناریوی مصرف مطلوب در سال ۱۴۰۰ میزان استحصال آب شرب و بهداشت شهرهای کشور برابر ۵۷۴۶ میلیون متر مکعب در سال خواهد بود. از آن‌جا که جمع‌آوری پساب برگشتی یکی از مهم‌ترین خدمات بهداشت شهری است و احداث شبکه فاضلاب یکی از اقدامات زیر بنایی لازم در هر شهر است، لذا برآورد حجم پساب و برنامه‌ریزی برای دفع آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

حجم برگشتی متناسب با میزان آب مصرفی است و لذا در این گزارش حجم تقریبی پساب برگشتی شهرها و جوامع روستایی در هر مقطع با توجه به حجم آب مصرفی و ضریب پساب محاسبه گردیده و در جدول (۲-۷) ارائه گردیده است. بر اساس سناریوی معمول حجم پساب برگشتی در شهرهای کشور در سال پایه ۳۳۶۱ و در سال هدف ۴۳۶۹ میلیون متر مکعب و در جوامع روستایی حجم پساب در سال پایه ۷۰۴ و در سال هدف ۸۲۳ میلیون متر مکعب خواهد بود. بر اساس سناریوی مطلوب حجم پساب برگشتی در سال هدف در شهرها و جوامع روستایی به ترتیب ۴۷۰۹ و ۱۱۱۳ میلیون متر مکعب در سال می‌باشد.

جدول ۲-۷- پیش بینی حجم پساب کشور در سال‌های آینده با الگوی مطلوب و معمول [۲۱]

حجم پساب (میلیون مترمکعب در سال)						
سال		۱۳۸۰		۱۳۹۰		۱۴۰۰
الگو	معمول	معمول	مطلوب	معمول	مطلوب	معمول
شهری	۳۳۶۱/۵۰	۳۶۶۳/۷۷	۳۷۷۱/۹۲	۴۰۵۴/۴۲	۴۳۶۹/۶۵	۴۷۰۸/۸۸
روستایی	۷۰۴/۶۳	۹۴۷/۳۴	۷۷۴/۹۵	۱۰۴۴/۸۳	۸۲۳/۵۲	۱۱۱۳/۴۹

۳-۲-۲- کیفیت فاضلاب‌های خانگی

کمیت و کیفیت فاضلاب‌های خام متأثر از پارامترهایی مانند میزان آب مصرفی، شرایط آب و هوایی حاکم بر منطقه، نوسانات تولید (نوسانات ساعتی، روزانه و فصلی)، میزان نشت آب‌ها، شرایط اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی جامعه، ضریب بهره‌برداری از شبکه جمع‌آوری، مجزا و یا مختلط بودن سامانه جمع‌آوری بوده و کیفیت پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌ها بر حسب مبانی و فرایند تصفیه متغیر خواهد بود. در شبکه‌های جمع‌آوری مشترک، کیفیت فاضلاب خام شهری و پساب خروجی از تصفیه‌خانه در نتیجه اختلاط آب باران و پساب‌های صنعتی با تغییرات شدید توأم خواهد بود به‌طوری‌که بمنظور احتراز از بروز اثرات بازدارنده عوامل مزاحم (مانند فلزات سنگین، دترجنت‌ها، ترکیبات آلی حلقوی) بر پروسه تصفیه زیستی، واحدهای صنعتی ملزم به پیش‌بینی تاسیسات پیش تصفیه و هدایت پساب خروجی از تاسیسات مذکور به شبکه فاضلاب شهری می‌باشند.

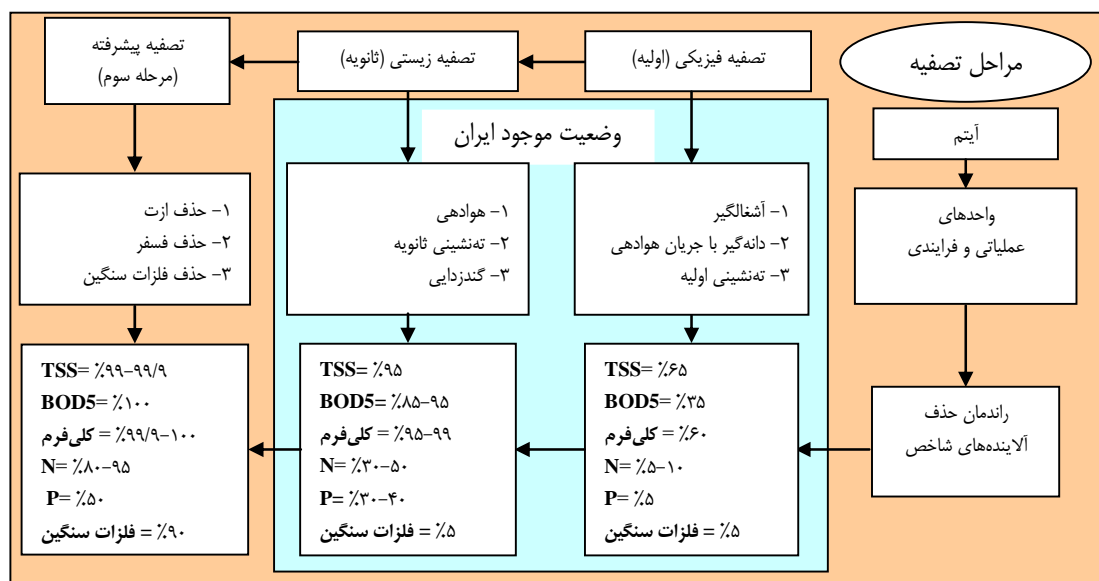
پساب‌های شهری خام بر اساس ویژگی فیزیکی، شیمیایی و زیستی در سه گروه پساب‌های قوی، متوسط و ضعیف طبقه‌بندی می‌گردد. به‌طوری‌که فاضلابی با $BOD_5 < 150$ و $SS < 200$ (مواد معلق) میلی‌گرم در لیتر، به عنوان فاضلاب ضعیف شناخته می‌شود و هرگاه کیفیت فاضلاب به $BOD_5 > 300$ و $SS > 450$ میلی‌گرم در لیتر برسد جزء پساب‌های قوی شناخته خواهد شد. به عبارت دیگر با توجه به این که سرانه BOD_5 و جامدات معلق پساب‌های شهری کشور به‌طور متوسط به ترتیب معادل ۴۰ و ۵۰ گرم در روز انتخاب و در طراحی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب منظور می‌گردد، کیفیت فاضلاب خام به‌صورت تابعی از سرانه آب مصرفی تغییر خواهد نمود. لذا با توجه به شرایط آب و هوایی و میزان دسترسی و ارزش آب، کیفیت فاضلاب، به ویژه میزان BOD_5 و جامدات معلق متفاوت خواهد بود. با توجه به مبانی طراحی سامانه‌های تصفیه در کشور، در صورت بهره‌برداری مناسب، کیفیت پساب تولیدی از نظر مصارف زراعی و تخلیه در محیط محدودیتی نخواهند داشت. در نمودار (۱-۲) طرح شماتیک واحدهای تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و در جدول (۲-۸)، کیفیت آب حاصل از بارش، رواناب سطحی، فاضلاب مخلوط با رواناب سطحی و در جدول (۲-۹) تغییرات کیفی پساب ورودی و خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب شهری در سطح تهران ارائه شده است.

جدول ۲-۸- مقایسه ویژگی‌های رواناب سطحی و فاضلاب مخلوط با رواناب سطحی [۸۸]

پارامتر	واحد	بارش	رواناب سطحی	(فاضلاب + رواناب سطحی)
مواد معلق	میلی‌گرم بر لیتر	< 1	۱۰۰-۶۵	۶۰۰-۲۷۰
BOD	میلی‌گرم بر لیتر	۱-۱۵	۱۰-۸	۲۲۰-۶۰
COD	میلی‌گرم بر لیتر	۹-۱۶	۷۳-۴۰	۴۶۰-۲۶۰
نیترژن کل	میلی‌گرم بر لیتر نیترژن	کم	کم	۱۷-۴
فسفر کل	میلی‌گرم بر لیتر	کم	کم	۲/۸-۱/۲
کلی‌فرم مدفوعی	MPN/100me ^۳		۱۰ ^۳ -۱۰ ^۴	۱۰ ^۶ -۱۰ ^۵
مس	میلی‌گرم بر لیتر	-	۰/۰۹-۰/۰۲	-
سرب	میلی‌گرم بر لیتر		۰/۳۵-۰/۰۳	۰/۶-۰/۱۴
روی	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۰۳-۰/۰۷	۰/۵۴-۰/۱۳۵	-

1- Suspended Solid

2- Most Probable Number (بیش‌ترین احتمال آماری کلی‌فرم در صد میلی‌لیتر)



نمودار ۱-۲- طرح شماتیک واحدهای عملیاتی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری

قرار دادن واحد گندزدایی در بخش زیستی بدان معنا نیست که گندزدایی جزو روش‌های تصفیه زیستی محسوب می‌شود. با توجه به این که واحد گندزدایی از نظر زمانی و مکانی بعد از خروجی پساب از بخش تصفیه زیستی یا ثانویه قرار می‌گیرد، در این گروه قرار گرفته است. بسته به اجزا و فرایندهای مورد استفاده در تصفیه‌خانه، پساب خروجی باید ضدعفونی شود. پساب ممکن است فقط مراحل اولیه تصفیه را طی کند، یعنی آشغالگیری، ته‌نشینی اولیه و ضدعفونی و یا این که علاوه بر مرحله اولیه با یکی از روش‌های زیستی نیز مراحل تصفیه تکمیل شود و سپس پساب خروجی تصفیه گردد. به طور خلاصه در کشور ما آخرین مرحله از تصفیه‌خانه معمولاً مرحله ثانویه و یا تصفیه زیستی می‌باشد و پساب خروجی از این واحد ضدعفونی می‌شود. تصفیه پیشرفته و یا تکمیلی شامل فرایند و پروسه‌ای است که برای حذف مواد، عناصر و یا ترکیباتی به کار می‌رود که با روش‌های متعارف تصفیه در حذف آنها بی‌تاثیر بوده و یا اثر ناچیزی دارند. این ترکیبات شامل آمونیاک، نیتрат، فسفات، سولفات، کلسیم و منیزیم، کلراید، جیوه، سم DDT^۱، هگزاکلراید، ترکیبات فنلی، دترجنت‌ها و می‌باشد.

1- Dichloro Diphenyl trichloroethane

جدول ۲-۹- کیفیت فاضلاب خام ورودی و پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب تهران [۲۶]

ایستگاه	واحد	صاحب‌رانه												شوش					
		ورودی						خروجی						شوش			شوش		
		حداکثر	میانگین	حداکثر	میانگین	حداکثر	میانگین	حداکثر	میانگین	حداکثر	میانگین	حداکثر	میانگین	حداکثر	میانگین	حداکثر	حداکثر	میانگین	حداکثر
PH	-	۷	۷/۳۹	۷/۶۴	۶/۷۶	۷/۳۳	۳۷/۷	۷/۸۷	۷/۱۱۷	۷/۵۲	۷/۷۳	۶/۷۵	۷/۲۴	۷/۷	۷/۱۳	۷/۱۰۱	۷/۴	۷/۸۱	۷/۸۱
TSS ^۲	میلی گرم بر لیتر	۱۱۰	۳۶۶/۳	۷۹۰	۴	۳۷/۷	۸۸	۸۸	۱۲۰	۱۸۰	۳۳۰	۷	۱۸	۵۰	۱۱۰	۵۱۰	۲۱/۴	۴۸	۴۸
دترجنت‌ها	میلی گرم بر لیتر	۶/۵	۱۲	۳۷	۰/۱۵	۰/۳۷	۰/۸	۰/۸	۷/۵	۱۲/۴	۲۵	۰/۱۶	۰/۴۳	۰/۷۴	۴/۴	۲۱/۴	۰/۷۲	۲/۸	۲/۸
TDS ^۱	میلی گرم بر لیتر	۴۸۰	۶۳۷	۹۴۸	۳۱۶	۴۰۸	۶۴۰	۶۴۰	۵۶۰	۶۴۰	۷۶۸	۳۴۰	۴۵۳/۹	۶۶۸	۷۶۸	۱۴۲۸	۶۴۸	۷۶۴	۷۶۴
ازت کل	میلی گرم بر لیتر نیتروژن	۱۸/۱	۳۹/۳۷	۷۸/۲۳	۸/۱۴	۱۸/۴۸	۴۶/۳۷	۲۶/۱	۳۷	۳۷	۸۴/۳۷	۷/۵۶	۳۱/۱۵	۴۷/۳۵	۳۴/۱۹	۹۴/۸	۱۷/۴	۵۴/۳	۵۴/۳
آمونیاک	میلی گرم بر لیتر نیتروژن	۷/۵	۳۴/۴۵	۵۱/۴۷	۰/۲۴	۲	۲۸	۲۱/۲	۲۱	۲۱	۵۷/۶	۰/۳	۵/۱	۲۸/۸	۲۶	۹۵	۵/۲	۲۰/۳	۲۰/۳
ازت آلی	میلی گرم بر لیتر نیتروژن	۳/۲	۱۳/۳۷	۲۶/۳۵	۱/۲	۴/۶۶	۸/۸۹	۳	۱۴	۱۴	۲۶	۰/۶	۳/۲۹	۹/۸۸	۳/۶	۳۶	۵/۱۹	۱۰/۴	۱۰/۴
سولفید	میلی گرم بر لیتر	۰/۰۹۶	۰/۱۵	۰/۱۹۲	۰/۰۳۳	۰/۰۵	۰/۰۹۶	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۹۶	۵۲	۱۵۰	۰/۰۳۳	۰/۱۲۸	۰/۱۲۸
نیترات	میلی گرم بر لیتر	۰/۴۴	۲/۹۸	۶/۶	۱/۵۹	۹/۷۸	۳۳/۹۲	۱/۴۶	۲/۹	۲/۹	۵/۵۸	۹/۷۴	۳۳/۸	۳۴/۹	۰/۷	۲۱/۷	۲۸/۹	۶۳/۷	۶۳/۷
فسفات کل	میلی گرم بر لیتر	۵/۷۱	۹/۹	۱۴/۶	۱/۲	۵/۵۷	۱۲/۳۳	۸/۱۶	۱۰/۷	۱۰/۷	۱۴/۶	۱/۷	۶/۵۹	۱۳	۱/۹۶	۹/۳	۷/۳۴	۱۰/۴	۱۰/۴
BOD _۵	میلی گرم بر لیتر	۱۱۵	۱۷۰	۳۰۰	۳	۱۱/۷	۳۳	۱۰۰	۱۴۸/۸	۱۴۸/۸	۲۱۰	۳	۱۱/۴	۲۴	۱۲۶	۱۹۷	۲۰/۳	۵۰	۵۰
COD	میلی گرم بر لیتر	۱۲۵	۳۳۷/۸	۳۰۴	۶	۲۴/۸	۷۳/۶	۱۲۰	۲۰۵/۶	۲۰۵/۶	۲۵۶	۶/۴	۲۱/۱	۴۵	۱۶۵	۲۵۶/۴	۳۳۴	۸۰	۸۰

1- Total Dissolved Solid
2- Total Suspended Solid

۲-۲-۴- بررسی روش‌های تصفیه فاضلاب‌های شهری در سطح کشور

بررسی آخرین آمار مربوط به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب راه اندازی شده و در دست اجرا در سطح کشور، نشان می‌دهد که به ترتیب فرایند لجن فعال (۵۱/۲ درصد)، برکه تثبیت (۳۶/۲ درصد) و لاگون هوادهی (۱۳/۶ درصد)، بیش‌ترین میزان رواج را دارا می‌باشد. در جدول (۲-۱۰)، کارایی روش‌های مختلف تصفیه در بهبود کیفی پساب براساس منابع مختلف ارائه شده است.

جدول ۲-۱۰- مزایا و معایب عملکرد سامانه‌های تصفیه فاضلاب زیستی جهت فاضلاب خانگی [۷۵]

برکه تثبیت		صافی چکنده	لاگون هوادهی	لجن فعال			سامانه تصفیه
سایر روش‌ها	هوادهی			استخر اکسیداسیون	هوادهی ممتد	متعارف	پارامتر
خوب	خوب	متوسط	خوب	خوب	متوسط	متوسط	حذف BOD
خوب	خوب	ضعیف	متوسط	متوسط	متوسط	ضعیف	حذف کلی‌فرم مدفوعی
متوسط	متوسط	خوب	متوسط	خوب	خوب	خوب	حذف مواد معلق
خوب	متوسط	ضعیف	متوسط	خوب	ضعیف	متوسط	حذف تخم انگل
خوب	خوب	ضعیف	متوسط	خوب	ضعیف	متوسط	حذف ویروس

۲-۳- بررسی وضعیت پساب‌های صنعتی (کمی - کیفی) در سطح کشور

۲-۳-۱- کمیت پساب‌های صنعتی در وضع موجود و آینده

کمیت و کیفیت فاضلاب صنعتی متناسب با فرایند تولید، سهولت دسترسی و هزینه تامین آب و دفع فاضلاب، نوع ماده اولیه و فرآورده تولیدی، سطح نظارت بر نحوه فعالیت واحد صنعتی، مساحت فضای سبز و محوطه، وضعیت تاسیسات بهداشتی - رفاهی، وجود سامانه‌های بازچرخانی و میزان استفاده مجدد تغییر می‌نماید. به‌طوری‌که از تولید هر تن شکر از چغندر قند، حدود ۱۵۰-۲۰۰ و تولید همین میزان شکر از نیشکر در حدود ۱۰۰ متر مکعب فاضلاب ایجاد می‌نماید. میزان فاضلاب در واحدهای صنعتی که پروسه تولید با مصرف آب توام نمی‌باشد براساس سطح کارخانه برآورد می‌گردد. در چنین واحدهایی، ۵۰ مترمکعب در روز به ازای هر هکتار از سطح کارخانه به عنوان شاخص انتخاب می‌شود. در سایر واحدهای صنعتی، ضریب تبدیل، شاخص مناسبی برای برآورد میزان فاضلاب تولیدی واحدهای صنعتی می‌باشد.

براساس گزارش‌های طرح جامع آب کشور (مهندسین مشاور جاماب- ۱۳۸۵)، کل آب مورد نیاز صنایع و معادن در سال ۱۳۶۲ معادل ۴۴۱/۹ و در سال ۱۳۷۳ معادل ۶۶۳ میلیون مترمکعب بوده است. این میزان در سال ۱۳۸۰ به ۱۰۷۹ میلیون مترمکعب افزایش یافته است، صنایع به تناسب نوع صنعت در حدود ۵۷۹ میلیون مترمکعب پساب تولید کرده‌اند. بر این اساس ضریب تبدیل آب مصرفی به پساب در صنایع بزرگ ۰/۵۴ می‌باشد. مطابق جدول (۲-۱۱) صنایع غذایی و آشامیدنی‌ها با ۲۶/۲ درصد بیش‌ترین سهم برداشت آب را داشته و سپس صنایع شیمیایی با ۲۰ درصد، مقام دوم را دارا می‌باشد.

جدول ۱۱-۲- میزان برداشت آب و تولید پساب در بخش صنعت در سال ۱۳۸۰ [۲۳]

ردیف	رشته صنعتی	برداشت آب میلیون مترمکعب	تولید پساب میلیون مترمکعب
۱	صنایع غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۲۸۳/۱	۱۸۲/۸۹
۲	صنایع نساجی، پوشاک و چرم	۱۳۹/۲	۸۹/۶۷
۳	صنایع چوب و خدمات چوبی	۱۵	۱۲/۲
۴	صنایع کاغذ، مقوا و چاپ	۷/۹	۲/۲
۵	صنایع شیمیایی	۲۱۶/۳	۹۶/۲
۶	صنایع کانی غیر فلزی	۱۸۶	۱۰۱/۳
۷	صنایع تولید فلزات اساسی	۱۹۱	۲۹/۷
۸	صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات	۷۱/۹	۵۸
۹	نیروگاه‌ها	۴۰/۷	۵/۷
	جمع کل	۱۰۷۹/۳	۵۷۹/۲

براساس مطالعات طرح جامع آب کشور (مهندسین مشاور جاماب- ۱۳۸۵)، میزان آب مورد نیاز و فاضلاب تولیدی در سال‌های آتی، مطابق جدول (۱۲-۲) پیش‌بینی می‌شود. چنان‌چه مشاهده می‌شود، در سال ۱۴۰۰ آب مورد نیاز صنعت ۲۱۰۱ میلیون مترمکعب و میزان پساب تولیدی معادل ۱۰۸۸ میلیون مترمکعب خواهد بود.

جدول ۱۲-۲- برآورد میزان برداشت آب و تولید پساب در بخش صنعت در سال‌های آتی [۲۳]

سال مورد نظر		۱۳۹۰		۱۳۹۵		۱۴۰۰	
رشته صنعتی		آب برداشتی		پساب تولیدی		آب برداشتی	
		میلیون متر مکعب		میلیون متر مکعب		میلیون متر مکعب	
صنایع غذایی، آشامیدنی و دخانیات		۳۶۸/۴		۲۳۹/۹		۳۹۰/۷	
صنایع نساجی، پوشاک و چرم		۱۸۰/۱		۹۶/۷		۱۵۷/۶	
صنایع چوب و خدمات چوبی		۵/۷		۴/۷		۷/۶	
صنایع کاغذ، مقوا و چاپ		۶/۹		۲/۷		۴/۴	
صنایع شیمیایی		۲۶۲/۶		۱۱۰/۴		۱۸۰	
صنایع کانی غیر فلزی		۲۵۰		۱۹۰		۱۹۳/۹	
صنایع تولید فلزات اساسی		۱۱۱/۵		۳۹/۱		۶۳/۷	
صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات		۶۰/۷		۴۸/۷		۷۹/۳	
نیروگاه‌ها		۴۳/۸		۶/۷		۱۰/۹	
جمع کل		۱۲۸۹/۹		۶۶۸/۱		۱۰۸۸/۳	

۲-۳-۲- کیفیت پساب‌های صنعتی

کیفیت فاضلاب واحدهای صنعتی وابسته به نوع صنعت، فرایند تولید، وضعیت دسترسی به آب و فرایند تصفیه فاضلاب، نحوه مدیریت واحد صنعتی، مساحت فضای سبز محوطه، وضعیت تاسیسات بهداشتی - رفاهی، وجود سامانه‌های بازچرخانی و میزان استفاده می‌باشد. مشخصات کیفی فاضلاب‌های صنعتی به تفکیک گروه‌های مختلف ارائه می‌گردد.

۳-۲-۱- صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات

واحدهای این گروه از نظر آب برگشتی و پساب تولیدی در میان سایر صنایع رتبه اول را دارا می‌باشند. فاضلاب این گروه حاوی مواد آلی می‌باشد که بخش عمده آن به سادگی قابل تجزیه می‌باشد. فاضلاب صنایع قند و نیشکر دارای کدورت، اسیدیته، دما، BOD_5 (اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی ۵ روزه)، ذرات معلق و مواد محلول بالا می‌باشد. طبق مطالعات انجام شده بر روی کارخانه قند یاسوج، به ازای هر ۱۰۰۰ تن چغندر قند، حدود ۷۰۰۰ مترمکعب فاضلاب تولید می‌شود که دارای ۳۴ کیلوگرم BOD_5 و ۴۶ کیلوگرم COD می‌باشد. فاضلاب کارخانجات گوشتی و کشتارگاه‌ها تقریباً از کیفیت مشابهی برخوردار بوده ولی آلودگی میکربی فاضلاب کشتارگاه‌ها بیش‌تر می‌باشد. فرایند تولید روغن از دانه‌های روغنی نیز عمدتاً از طریق جریان تصفیه روغن مقادیر زیادی فاضلاب حاوی اسیدهای آزاد، مواد بودار، مواد رنگی و سایر ناخالصی‌های روغنی، مواد صابونی، مواد کاتالیزوری و بسیاری از مواد آلی و معدنی دیگر تولید می‌کنند.

۳-۲-۲- صنایع نساجی، پوشاک و چرم

آب مورد نیاز این گروه از صنعت، ۱۰/۴۷ درصد از کل آب مورد نیاز صنعتی کشور را شامل می‌شود. این گروه از نظر میزان آب برداشتی رتبه سوم و پساب تولیدی رتبه چهارم را دارا می‌باشد. فاضلاب این گروه دارای رنگ، قلیائیت، BOD و دما، مواد معلق، کل مواد جامد زیاد، سختی، نمک، سولفید، کروم، pH متغیر و آهک رسوب یافته می‌باشد.

۳-۲-۳- صنایع سلولزی و چوب و کاغذ

آب مورد نیاز صنایع سلولزی و چوب و کاغذ حدود ۵/۲۲ درصد کل صنایع کشور را شامل شده و فاضلاب حاصل حاوی مواد آلی، رنگ، شیمیایی و ذرات معلق، مواد سولفیتی، کلر و مواد بی‌رنگ کننده، کف و مواد چسبنده و رشته‌های الیاف و دانه‌های رنگی می‌باشد. این صنایع با وجود آن‌که از لحاظ میزان حجم برداشت آب در رتبه هفتم قرار دارند، ولی از نظر میزان آب‌بری (میزان مصرف آب به ازای تولید هر واحد محصول) در رده دوم قرار می‌گیرند.

۳-۲-۴- صنایع شیمیایی و دارویی، نفت و زغال سنگ

این صنایع از نظر تعداد واحد رتبه سوم و از لحاظ آب برداشت شده در رتبه دوم قرار دارد. تنوع مواد آلاینده در پساب این قبیل واحدها بسیار زیاد بوده و نوع، ویژگی‌ها و شدت اثر آلاینده‌ها بسته به نوع کارخانه و فرایند تولید متفاوت می‌باشد. سه دسته فعالیت صنعتی در این گروه قابل تقسیم‌بندی است:

- تولید مواد شیمیایی و محصولات دارویی
- تولید مواد پلاستیکی و الیاف مصنوعی
- پالایشگاه‌های نفت

فاضلاب واحدهای مختلف صنایع پتروشیمی دارای اسیدیته، اکسیژن موردنیاز شیمیایی (COD)، ذرات معلق، مواد محلول، نیتروژن، یون کلر و فلزاتی مانند مس، ترکیباتی مانند نفت، روغن، هیدروکربن‌های مختلف و نیز ترکیبات سیانید می‌باشد.

۲-۳-۵- صنایع محصولات کانی غیرفلزی

این گروه صنعتی از نظر تعداد رتبه اول و از نظر میزان آب مصرفی رتبه چهارم و از نظر میزان پساب تولیدی رتبه ششم را دارد. در این گروه، صنعت شیشه و محصولات شیشه‌ای، تولید سیمان و آهک و گچ و محصولات ساختمانی نیز قرار می‌گیرند. پساب کارخانه شیشه به دلیل شست و شوی مواد اولیه دارای مواد معلق بوده و نیز روغن حل شده به دلیل تولید امولسیون پایدار از آلاینده‌های عمده این صنعت محسوب می‌شود. یکی دیگر از صنایعی که در این گروه قرار دارد، صنعت تولید سیمان می‌باشد که آلاینده اصلی آن آلودگی هوا و همچنین ذرات آربست می‌باشد.

۲-۳-۶- صنایع تولید فلزات اساسی

این گروه از لحاظ تعداد رتبه پنجم و از نظر میزان آب‌بری به ازای واحد محصول تولیدی در رتبه ششم قرار دارند، این گروه از صنایع قابل تقسیم به دو دسته (گروه با عمل گالوانیزه و گروه با عمل آبه‌کاری) می‌باشند. فاضلاب این گروه دارای مقادیر قابل توجهی از فلزات سنگین از قبیل کروم، مس، روی، آهن، سرب، نیکل و ترکیباتی مانند کلریدها، نیتريت‌ها، سولفات‌ها، سیانیدها، بازها و اسیدهای کانی بوده و علاوه بر آن، دارای ترکیباتی از روغن گریس و نفت نیز می‌باشند. پساب گروه آبه‌کاری به دلیل دارا بودن مقادیر زیادی از مواد سمی و فلزات سنگین از سمیت زیادتری نسبت به گروه دیگر برخوردار می‌باشد. نکته مهم در پساب کارخانجات آبه‌کاری و گالوانیزاسیون این است که کمیت ناچیز تولید پساب این واحدها نمی‌تواند دال بر کم اثر بودن یا پایین بودن اهمیت آلوده‌سازی آنها باشد، زیرا در فرایندهای فوق مقادیر قابل توجهی فلزات سنگین و یون‌های سمی وجود دارد که در غلظت کم از سمیت بالایی برخوردارند. از طرف دیگر، تصفیه فاضلاب کارخانجات مذکور با استفاده از روش‌های معمول و رایج بسیار دشوار بوده و استفاده مجدد از آنها را پیچیده می‌کند.

۲-۳-۷- صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات و ابزار و محصولات فلزی

این واحدها از نظر تعداد رتبه دوم و از نظر میزان آب برداشتی و پساب تولیدی دارای رتبه پنجم می‌باشند. فعالیت‌های این گروه عمدتاً شامل تولید محصولات فلزی، ماشین‌آلات، وسایل خانگی، ماشین‌آلات مولد برق و وسایل حمل و نقل می‌باشد. در جدول (۲-۱۳) مشخصات کیفی پساب صنایع مختلف مستقر در تهران به عنوان نمونه و مقایسه ارائه می‌گردد.

جدول ۲-۱۳- مقایسه میانگین کیفیت فاضلاب صنایع غذایی، شیمیایی و فلزی با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست [۲۴]

پارامترهای اصلی	واحد	صنایع غذایی	صنایع شیمیایی							صنایع فلزی			استانداردهای تخلیه			
			صنایع دارویی	صنایع آرایشی - بهداشتی	صنایع رنگ سازی	کارتن سازی	صنایع کاغذسازی		مقوا سازی با کاغذ باطله	پساب ابدکاری	پسابهای عملیات رنگ	پسابهای عملیات رنگ و لعاب	آب های سطحی	آب های زیرزمینی	زراعی	
							کاغذ سازی با کاغذ باطله	تولید دستمال کاغذی								
																بدون کاغذ
pH	-	۸/۷	۶/۵	۱۰/۳	۸/۳	۱۰/۲	۶/۸	۸	۷/۷	۷/۴	۶/۷	۸/۹	۱۰	۸/۵-۶/۵	۹-۵	۸/۵-۶
کدورت	' NTU	۱۹۵	۱۷۵	۲۶۵	۲۷۰۰۰	۷۶۷۵	۲۸۰۰	۳۲۴	۱۵۴۰	۴۵۱	۹/۵	۱۰۵	۱۳۸	۵۰	-	۵۰
قلیائیت	میلی گرم بر لیتر	۳۶۹	۱۲۸	۶۷۰	۱۰۷۸	۱۲۶۰	۵۲۴	۲۲۰	۳۵۴	۱۷۴	۱۷۰	۲۴۹	۵۸۰	-	-	-
TSS		۴۷۳	۳۱۵	۱۲۷۵	۲۰۸۳	۴۷۹۸۰	۳۹۳۸	۵۶۶	۳۱۵	۵۶۸	۴۱	۵۰۶	۲۶	۴۰	-	۱۰۰
BOD		۱۴۱۲	۳۰۰	-	۳۷۹	۲۶۷۵۰	۹۲۰	۱۲۳	۴۵۰	۱۵۸	۱۵	۷۰	۴۰	۵۰	۵۰	۱۰۰
COD		۱۴۹۴	۵۸۰	۱۱۷۶	۷۹۰۰	۹۴۱۶۰	۳۳۳۳	۱۴۰	۲۸۱۰	۵۰۴	۶۱	۲۱۰۰	۸۰	۱۰۰	۱۰۰	۲۰۰

۲-۳-۳- بررسی روش‌های اصلی مورد استفاده برای تصفیه فاضلاب‌های صنعتی

فاضلاب‌های صنعتی بسته به نوع صنعت، برای این که با فرایندهای زیستی مورد تصفیه قرار گیرند نیازمند طی مراحل پیش تصفیه می‌باشند، که طی آن ترکیبات شیمیایی و خطرناک برای فرایندهای زیستی تا حد مورد نظر کاهش می‌یابد. صنایع غذایی با توجه به غلظت بالای مواد آلی از شباهت بیش‌تری به فاضلاب‌های انسانی برخوردار بوده و با روش‌های زیستی تصفیه پذیرند. همان‌طور که در جدول (۲-۱۴) مشاهده می‌شود، روش‌های تصفیه فاضلاب‌های صنعتی با توجه به نوع صنعت و ویژگی‌های مهم فاضلاب متنوع بوده و با یکدیگر متفاوت می‌باشد.

جدول ۲-۱۴- ویژگی‌های مهم فاضلاب صنعتی و روش‌های اصلی تصفیه و دفع [۲۳]

نوع صنعت	ویژگی‌های مهم فاضلاب	روش اصلی تصفیه	کارایی روش‌های تصفیه
صنایع نساجی، پوشاک و چرم	قلیائیت زیاد، BOD و درجه حرارت بالا، مواد معلق فراوان، کل مواد جامد زیاد، سختی، نمک، سولفید، کروم، pH، آهنک، رسوب یافته	خنثی کردن، ترسیب شیمیایی، تصفیه زیستی هوادهی و یا صافی چکنده، متعادل‌سازی، رسوب‌دهی	متوسط
صنایع غذایی، آشامیدنی و دخانیات	مواد معلق زیاد، مواد کلوییدی، مواد آلی محلول، پروتئین، چربی، لاکتوز، نیتروژن، خون، BOD بالا، pH متغیر، رنگ و بو، روغن، دترجنت، فرمالدئید، عوامل میکربی	اشغالگیری، متعادل‌سازی، خنثی‌سازی، ته‌نشینی و یا شناورسازی، هوادهی، تصفیه شیمیایی، انعقاد، لجن فعال، استخر اکسیداسیون زیستی، صافی چکنده، برکه تثبیت، کمپوست کردن، تغلیظ بوسیله سانتریفوژ، تیخیر، خشک کردن	عالی
صنایع چوب و محصولات چوبی، صنایع کاغذ، مقوا و چاپ	BOD, COD بالا، مواد جامد، فنل، سمیت، مواد آلی، pH	تیخیر، سوزاندن، انعقاد شیمیایی، استخر اکسیداسیون و سایر روش‌های تصفیه زیستی هوازی، استخر ته‌نشینی، برکه تثبیت و تصفیه زیستی، هوادهی، بازیافت	خوب
صنایع شیمیایی	نمک‌های محلول، کلراید و BOD بالا، pH متغیر، اسیدهای معدنی، کروم، اسیدهای آلی چرب، TDS، فلزات، رزین‌ها، حلال‌ها، رنگ و بو، الکل، صابون، مواد آلی، حلقه‌های بنزنی، سموم، فسفر، سلیس، فلوراید، لجن، فرمالدئید، اسید نیتریک و سولفوریک، سود، سولفات آهن، عناصر رادیواکتیو، آلومنیوم، نیترات، آمونیوم، جیوه، پلی‌کلرو بی‌فنیل PCBs، دی‌اکسید گوگرد، مواد معلق قلیایی غیر قابل ته‌نشینی و قابل ته‌نشینی	کنترل در محل تولید و جلوگیری از تراوش یا ریزش، ذخیره‌سازی، رقیق‌سازی، متعادل‌سازی، خنثی‌سازی، ته‌نشینی، هوادهی، شناورسازی، انعقاد شیمیایی، ترسیب شیمیایی، اکسیداسیون زیستی، برکه تثبیت و سایر روش‌های تصفیه زیستی، زلال‌سازی مکانیکی، صافی چکنده، سولفوناسیون، کلریناسیون، هضم بی‌هوازی، سوزاندن لجن‌های قلیایی و یا خنثی کردن با اسید، جذب سطحی با کربن فعال، بازیافت و استفاده مجدد	متوسط
صنایع کانی غیر فلزی	نمک‌های معدنی، ذرات آربست معلق	ته‌نشینی، رسوب‌دهی، خنثی‌سازی، جداسازی ذرات، ترسیب یا کلراید کلسیم، دفع در زمین	خوب
صنایع تولید فلزات اساسی	pH پایین و یا متغیر، سیانورن، اسیدها، فنل، سنگ معدن، قلیائیت، روغن، فلزات، سموم، ماسه و ذغال سنگ، ذرات فلزی، سورفکتانت	اشغالگیری، جداسازی روغن، خنثی‌سازی، انعقاد شیمیایی، کلریناسیون، احیا و رسوب دهی، کروم و سایر فلزات، ذخیره‌سازی در برکه‌ها، جذب نهایی با کربن، بازیافت و استفاده مجدد	متوسط
صنایع دارویی	ترکیبات شیمیایی، هورمون‌ها، BOD و COD بالا، رنگ، عناصر مغذی، pH متغیر، املاح و اسیدهای معدنی، حلال‌ها، اسیدهای آلی چرب، الکل، صابون، مواد آلی، حلقه‌های بنزنی، سموم، فلوراید، فرمالدئید، اسید نیتریک و سولفوریک، سود، نیترات، آمونیوم، مواد معلق	جداسازی و کنترل در محل، ذخیره‌سازی، رقیق‌سازی، متعادل‌سازی، خنثی‌سازی، ته‌نشینی، هوادهی، شناورسازی، انعقاد و ترسیب شیمیایی، اکسیداسیون زیستی، صافی چکنده و سایر روش‌های تصفیه زیستی، هضم بی‌هوازی، سوزاندن لجن‌های قلیایی و یا خنثی کردن با اسید، جذب سطحی با کربن فعال	متوسط
صنایع برق و الکترونیک	pH متغیر، حلال‌ها، اسیدها، ترکیبات شیمیایی آلی و معدنی، چربی و روغن، قلیائیت، فلزات مختلف، ذرات فلزی، سورفکتانت‌ها	اشغالگیری، کنترل و جداسازی در محل تولید، خنثی‌سازی، انعقاد شیمیایی، احیا و رسوب دهی فلزات، ذخیره‌سازی در برکه‌ها، جذب نهایی با کربن	متوسط
صنایع کشاورزی	مواد آلی محلول، بقایای سموم، پروتئین، عناصر مغذی، چربی، لاکتوز، نیتروژن، BOD بالا، مواد معلق زیاد، مواد کلوییدی، رنگ و بو، روغن، دترجنت، فرمالدئید، عوامل میکربی	کنترل و جداسازی در محل، متعادل‌سازی، خنثی‌سازی، ته‌نشینی و یا شناورسازی، هوادهی، تصفیه شیمیایی، انعقاد، روش‌های تصفیه زیستی، کمپوست کردن، استفاده مجدد در کشاورزی	خوب

۲-۴- بررسی کمی - کیفی زه‌آب‌های کشاورزی و روش‌های بهبود کیفی آن در سطح کشور

۲-۴-۱- کمیت زه‌آب‌های کشاورزی

اهمیت زه‌آب‌های کشاورزی در حجم قابل توجه و غیرمتمرکز بودن این منابع می‌باشد. بخش قابل توجهی از آب آبیاری به مصرف واقعی گیاه نرسیده و در نهایت به صورت زه‌آب خارج می‌شود. زه‌آب‌های کشاورزی با توجه به حجم قابل توجه مهم‌ترین منابع آب‌های برگشتی را شامل می‌شوند. بر اساس بررسی‌های به عمل آمده، از کل ۸۴/۸۶۷ میلیارد مترمکعب آب تامین شده در بخش کشاورزی در سال ۱۳۸۰، حدود ۲۶/۸۰۵ میلیارد مترمکعب زه‌آب تولید شده، که ۱۲/۰۳۶ میلیارد مترمکعب (۴۵ درصد) به‌صورت سطحی و مابقی به‌صورت آب‌های زیرزمینی بوده است. براساس طرح جامع آب کشور میزان آب مصرفی کشاورزی با توجه به پروژه‌های در دست اقدام و توسعه بخش کشاورزی، در سال ۱۴۰۰ به رقم ۹۴/۵ میلیارد مترمکعب بالغ خواهد شد که با فرض تحقق برنامه‌های بهبود سامانه‌های آبیاری و افزایش راندمان، حجم آب برگشتی این بخش به رقم ۲۶/۳ میلیارد مترمکعب خواهد رسید. از کل حجم پساب‌های صنعتی، خانگی و کشاورزی که وارد سامانه آب زیرزمینی می‌شود، ۸۷ درصد آن مربوط به زه‌آب کشاورزی، ۱۱ درصد پساب‌های خانگی و ۲ درصد مربوط به پساب‌های صنعتی می‌باشد که حجم بالای زه‌آب‌های کشاورزی، اهمیت این بخش را مشخص می‌کند [۴۲].

۲-۴-۲- کیفیت زه‌آب‌های کشاورزی

به واسطه مصرف نهاده‌های کشاورزی و عدم جذب کامل آنها توسط گیاه، بخش قابل توجهی از آنها به زه‌آب‌ها منتقل می‌شود. این منابع دارای سموم و عناصر مغذی بوده و از TDS بالایی برخوردار می‌باشند. به‌طور کلی پارامترهای کیفی مهم در ارتباط با زه‌آب‌های کشاورزی شامل هدایت الکتریکی، یون‌های ویژه (سدیم، کلسیم و بر)، عناصر مغذی (فسفر و نیتروژن) و سموم و آفت‌کش‌ها می‌باشد. در میان اغلب زه‌آب‌های زیرزمینی، نمک‌های کلرید سدیم (NaCl) و سولفات سدیم (Na_2SO_4) بر دیگر نمک‌ها غالب هستند. زه‌آب‌ها ممکن است حاوی انواع دیگر بنیان‌های شیمیایی و یا غلظت‌های زیاد بر، سلیوم، آرسنیک یا دیگر یون‌ها با خطرات احتمالی زیست محیطی باشند.

تجمع مواد مغذی در زه‌آب کشاورزی و راهیابی آنها به منابع آب سطحی و زیر زمینی، معضلات محیط زیستی فراوانی را به همراه خواهد داشت. مواد مغذی به ویژه فسفر موجود در زه‌آب می‌توانند منجر به تسریع یوتروفیکاسیون^۱ و تشدید آلودگی منابع آب گردد. همچنین نیترات در غلظت‌های افزون بر ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌تواند برای انسان زیان‌آور باشد. نیتروژن، فسفر و پتاسیم، سه عنصر عمده در کودهای دامی و شیمیایی هستند که در زه‌آب‌های زراعی یافت می‌شوند. جدول (۲-۱۵) حدود تلفات سالیانه و غلظت حداکثر این سه عنصر را که در رواناب‌های سطحی و زه‌آب زیرزمینی نشان می‌دهد.

کیفیت زه‌آب‌های کشاورزی بستگی به نوع سامانه زهکشی، الگوی کشت، وضعیت اقلیمی، هیدرولوژی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دارد. دما و رطوبت خاک بر فرایندهای نیترات‌سازی و نیترات‌زدایی تاثیر می‌گذارد، افزایش دما سرعت فرایندهای زیستی مثل دنیتریفیکاسیون (نیترات‌زدایی) و آزاد شدن ترکیبات معدنی را افزایش می‌دهد. مقدار رطوبت کمتر از ظرفیت نگهداری

مزرعه، نرخ تمام فرایندها را به جز نیترات‌زدایی افزایش می‌دهد. سطوح بالای ایستابی که تحت مدیریت ایجاد شود، می‌تواند غلظت نیترات را در زه‌آب به مقدار قابل توجهی کاهش دهد. رواناب‌های سطحی از جمله عوامل اولیه تاثیرگذار بر انتقال رسوبات و مواد آلی و فسفر به زهکش‌های سطحی به شمار می‌روند. آفت‌کش‌ها معمولاً به همراه ذرات خاک در رواناب سطحی جابه‌جا می‌شوند، براساس نتایج پژوهش مانستر و همکاران در سال ۱۹۹۵ غلظت آفت‌کش‌ها در زه‌آب‌های سطحی بیش از زه‌آب زیرزمینی است. مقدار آفت‌کش‌ها در زه‌آب زیرزمینی معمولاً کمتر از ۰/۱ درصد آن مقداری است که مورد مصرف قرار گرفته است. آنرازین یا هم خانواده‌های آن بیش از سایر آفت‌کش‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

جدول ۲-۱۵- حدود تلفات سالیانه و غلظت حداکثر عناصر مغذی در زه‌آب‌های سطحی و زیرزمینی در سطح مزرعه [۳۴]

تلفات	واحد	NO ₃ - N	P	K
غلظت بیشینه	میلی گرم بر لیتر	۵۰	۱۰	۱۰
تلفات سالیانه	کیلوگرم بر هکتار	۲۰-۱	۲۰-۱	۱۰-۱
غلظت بیشینه	میلی گرم بر لیتر	۲۰۰	۱۰	۱۰
تلفات سالیانه	کیلوگرم بر هکتار	۱۰۰-۱	۱۰-۱	۱۰-۱

۵-۲- جمع‌بندی

در حال حاضر حدود ۹۳ درصد از کل آب مصرفی ایران صرف آبیاری حدود ۸/۵ میلیون هکتار از اراضی زراعی شده و سهم بخش شرب و صنعت به ترتیب ۵/۸ و ۱/۲ درصد می‌باشد. طبق پیش‌بینی به عمل آمده، در سال ۱۴۰۰، سالانه بیش از ده میلیارد مترمکعب آب در بخش‌های شرب و صنعت مصرف خواهد شد که حدود ۷ میلیارد مترمکعب آن به‌صورت پساب قابل بازیابی و استفاده مجدد می‌باشد، لیکن هریک از گروه‌های فوق‌الذکر کیفیت، اختصاصات و اثرات بهداشتی و زیست محیطی خاص خود را داشته و به منظور استفاده مجدد به تکنیک‌های خاص جهت پالایش نیازمند می‌باشند.

فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی از نظر ویژگی‌های کیفی متفاوت بوده و این تفاوت در مقیاس کمتر در داخل گروه‌های مختلف از منابع سه‌گانه مذکور نیز مشاهده می‌شود. این تفاوت در فاضلاب‌های خانگی، مربوط به ویژگی‌های فرهنگی، عادات غذایی، کیفیت آب مصرفی و همچنین شرایط آب و هوایی و فرایند تصفیه می‌باشد. مشخصه اصلی فاضلاب‌های انسانی BOD و COD بالا، عناصر مغذی و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا (باکتریایی و انگلی) می‌باشد. این فاضلاب‌ها در صورت عدم نفوذ فاضلاب‌های صنعتی فاقد فلزات سنگین در حد خطرزا می‌باشند، لذا از این نظر جای نگرانی نیست. این منابع در صورت راهبری درست تصفیه‌خانه از حداقل نوسانات کیفی برخوردار خواهند بود. در زه‌آب‌های کشاورزی وابسته به کیفیت آب مصرفی، نوع و راندمان سامانه آبیاری، نوع سامانه زهکشی، میزان مصرف نهاده‌های کشاورزی، نوع و ویژگی‌های خاک و همچنین شرایط اقلیمی منطقه می‌باشد. مشخصه اصلی زه‌آب‌های کشاورزی دارا بودن EC بالا، وجود عناصر مغذی فسفر و نیتروژن (P و N) در غلظتی قابل توجه و همچنین حضور بقایای سموم و آفت‌کش‌ها و در درجه‌های کمتر عوامل میکروبی می‌باشد. مهم‌ترین عامل محدودیت‌زا در استفاده مجدد از این منبع در کشاورزی میزان بالای املاح بوده و از جنبه‌های زیست محیطی عناصر مغذی، بقایای سموم و آفت‌کش‌ها از اهمیت بیش‌تری برخوردارند.

بیش‌ترین تفاوت کیفی در داخل گروه‌های سه‌گانه مربوط به فاضلاب‌های صنعتی می‌باشد، این گروه دارای دامنه تغییرات کیفی وسیعی می‌باشند. مشخصه فاضلاب صنایع غذایی، مواد آلی و عناصر مغذی بالا، صنایع فلزی ترکیبات فلزی، به‌ویژه فلزات سنگین

زیاد و مشخصه فاضلاب صنایع دارویی دارا بودن ترکیبات شیمیایی و آلی قابل توجه می‌باشد. با توجه به تنوع و دامنه وسیع تغییرات کیفی پساب‌های صنعتی، از مهم‌ترین شاخص‌های کیفی محدودیت را در مصارف مجدد، می‌توان به حضور ترکیبات شیمیایی و سمی، فلزات سنگین، مواد آلی، pH نامناسب و دما و رنگ اشاره نمود. در استفاده از این منابع توجه به غلظت فلزات سنگین و همچنین ترکیبات شیمیایی از اهمیت بیش‌تری برخوردار می‌باشد. به‌طور کلی استفاده از این منابع نیاز به ملاحظات کیفی و زیست محیطی شدیدتری در مقایسه با زه‌آب‌های کشاورزی و همچنین پساب‌های خانگی دارد.

الف - فاضلاب‌های خانگی

پتانسیل فاضلاب خانگی تولیدی در سطح کشور براساس آخرین آمار سرشماری رسمی (سال ۱۳۸۵) به تفکیک شهری، روستایی و کل به ترتیب معادل ۳۶۷۰، ۷۲۷ و ۴۴۰۰ میلیون مترمکعب در سال می‌باشد. در سال ۱۳۸۷ از حدود هزار شهر کشور، در ۱۰۱ شهر سامانه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب اجرا شده و در مرحله بهره‌برداری است. در ۱۱۲ شهر دیگر کشور نیز شبکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب در دست اجرا بوده و در ۲۰۱ شهر دیگر طرح‌های مطالعاتی لازم تهیه و آماده اجرا می‌باشد. بر اساس برنامه‌ریزی‌های انجام شده تا پایان سال ۱۳۸۷ حدود یک میلیارد متر مکعب فاضلاب جمع‌آوری و بر اساس ظرفیت تصفیه‌خانه‌های موجود حدود ۵۰۰ میلیون متر مکعب آن تصفیه می‌شود؛ براساس برنامه‌ریزی‌های وزارت نیرو سالانه ۴ درصد به این میزان افزوده خواهد شد. محاسبات نشان می‌دهند که بر اساس سناریوی معمول حجم پساب برگشتی در جوامع شهری و روستایی کشور در سال ۱۴۰۰ به ترتیب، معادل ۴۳۶۹ و ۸۲۳ میلیون متر مکعب و در مجموع معادل ۵۱۹۱ میلیون متر مکعب در سال و بر اساس سناریوی مطلوب حجم پساب برگشتی در سال هدف در شهرها و جوامع روستایی به ترتیب معادل ۴۷۰۹ و ۱۱۱۳ و در مجموع معادل ۵۸۲۲ میلیون متر مکعب خواهد بود.

ب - فاضلاب‌های صنعتی

براساس گزارش‌های طرح جامع آب کشور، کل آب مورد نیاز صنایع و معادن در سال ۱۳۸۰ معادل ۱۰۷۹ میلیون مترمکعب بوده که به تناسب نوع صنعت در مجموع ۵۰۰ میلیون مترمکعب آن را در فرایند تولید مصرف و حدود ۵۷۹ میلیون مترمکعب آن به پساب تولیدی تبدیل شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در سال ۱۴۰۰ آب مورد نیاز صنعت ۲۱۱۰ میلیون مترمکعب و میزان پساب تولیدی معادل ۱۰۸۸ میلیون مترمکعب خواهد بود [۲۱].

ج - زه‌آب‌های کشاورزی

بر اساس بررسی‌های به‌عمل آمده، از کل آب تامین شده در بخش کشاورزی در سال حدود ۲۶/۸ میلیارد مترمکعب زه‌آب تولید شده، که ۴۵ درصد سطحی و مابقی زیرزمینی می‌باشد. پیش بینی می‌شود این مقدار در سال ۱۴۰۰ در صورت تحقق توصیه‌های مربوط به افزایش راندمان، به رقم ۲۶/۲ میلیارد مترمکعب برسد. از کل حجم پساب‌های صنعتی، خانگی و کشاورزی که وارد سامانه آب زیرزمینی می‌شود، ۸۷ درصد آن مربوط به زه‌آب کشاورزی، ۱۱ درصد پساب‌های خانگی و ۲ درصد مربوط به پساب‌های صنعتی می‌باشد [۲۳].

با توجه به حجم قابل توجه پساب‌ها و آب‌های برگشتی و روند رو به رشد، برنامه‌ریزی اصولی برای جمع‌آوری، تصفیه و استفاده مجدد از این منابع ضروری بوده و در صورتی که برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری نشود، حجم پساب موجود برای آلوده کردن کل آب‌های

سطحی و تهدید کیفی منابع آب زیرزمینی کشور کافی بوده و با توجه به بحران آبی، در صورت استفاده غیر اصولی در کشاورزی، عوارض زیست محیطی و بهداشتی ناگواری را به همراه خواهد داشت.

فصل ۳

بررسی منابع مصارف پساب‌ها و

آب‌های برگشتی

۳-۱- کلیات

امکان‌سنجی کاربرد پساب‌ها و آب‌های برگشتی در مصارف مختلف و تعیین محدودیت‌های کیفی مربوط، یکی از ابعاد با اهمیت در برنامه‌ریزی بهره‌برداری از این منابع محسوب می‌شود. در این بخش با شناختی که در بخش‌های قبلی از کمیت و کیفیت پساب‌ها و آب‌های برگشتی حاصل شده، به اختصار قابلیت مصارف مختلف این منابع در مصارف مورد نظر بیان گردیده و محدودیت‌های مربوط برای هر یک از بخش‌های آب‌های برگشتی و پساب‌ها ارائه شده و تلاش گردیده اولویت بهره‌برداری‌ها از این منابع در مصارف اصلی در سطح حوضه‌ها ارائه گردد.

۳-۲- بررسی قابلیت استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در مصارف مختلف

۳-۲-۱- بررسی قابلیت استفاده در کشاورزی

مصارف کشاورزی با توجه به حجم زیاد مورد نیاز، به عنوان یکی از مصارف اصلی پساب‌ها و آب‌های برگشتی محسوب می‌شود. از بین منابع مختلف پساب‌ها و منابع برگشتی، فاضلاب‌های خانگی به خاطر حجم زیاد و کیفیت مناسب‌تر بعد از طی مراحل تصفیه برای مصارف کشاورزی از اولویت بیش‌تری برخوردار می‌باشد. در استفاده از پساب‌های خانگی برای مصارف زراعی توجه به خواص بهداشتی از جمله کلی‌فرم، فکال کلی‌فرم و تخم انگل‌های نماتودی از اهمیت بالایی برخوردار بوده و از عوامل محدودیت‌زا در انتخاب الگوی کشت محسوب می‌شوند.

پساب‌های صنعتی به دلیل حجم کم، پراکندگی و کیفیت متنوع و دارا بودن ترکیبات مختلف از جمله فلزات سنگین و ترکیبات شیمیایی، برای مصارف کشاورزی در اولویت آخر می‌باشند. از بین پساب‌های صنعتی، پساب‌های مربوط به صنایع غذایی از ویژگی‌های کیفی مناسب‌تری برای مصارف کشاورزی برخوردار می‌باشند. در صورت استفاده از این پساب‌ها برای مصارف زراعی توجه به غلظت فلزات سنگین، هدایت الکتریکی (EC)، ترکیبات شیمیایی آلی و معدنی ضروری بوده و نیاز به رعایت ملاحظات زیست محیطی شدیدتری می‌باشد.

زه‌آب‌های کشاورزی بیش‌ترین حجم آب‌های برگشتی را دارا بوده و با توجه به کیفیت آب مصرفی، خاک‌شناسی منطقه، الگوی کشت و شرایط اقلیمی از کمیت و کیفیت متفاوتی برخوردار می‌باشند. این منابع با توجه به حجم زیاد و کیفیت خوب برای مصارف زراعی مناسب بوده و مهم‌ترین عامل محدودیت‌زای کیفی آنها میزان هدایت الکتریکی (EC) می‌باشد.

۳-۲-۲- بررسی قابلیت استفاده برای تغذیه آب‌های زیرزمینی

تغذیه مصنوعی، به ویژه در فصول غیر زراعی از اهمیت خاصی در بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی برخوردار می‌باشد. در استفاده از این منابع برای تغذیه مصنوعی توجه به کیفیت آب، به ویژه ترکیبات محلول از جمله نیترات و سموم از اهمیت خاصی برخوردار است. این ترکیبات به واسطه حلالیت در آب قادر به نفوذ به آبخوان و تهدید کیفی آن می‌باشند. مواد غیرمحلول در لایه‌های خاک فیلتر شده و قادر به نفوذ به آبخوان نمی‌باشند. ذرات معلق و قابل ته‌نشین از شاخص‌های مهم دیگری است که با ته‌نشینی و ایجاد گرفتگی در خلل و فرج خاک باعث کاهش کارایی این روش می‌گردد.

از بین منابع اصلی پساب‌ها و آب‌های برگشتی استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده خانگی برای تغذیه مصنوعی به ویژه در فصول غیر زراعی مقدور بوده و در این زمینه، توجه به غلظت عناصر مغذی و مواد آلی محلول از ملاحظات و محدودیت‌های مهم به شمار می‌رود.

در زمینه زه‌آب‌های کشاورزی مهم‌ترین عامل محدودیت‌زا، هدایت الکتریکی بالا، وجود سموم و علف‌کش‌ها و در درجه بعدی عناصر مغذی می‌باشد. به همین دلیل استفاده از این منابع برای تغذیه مصنوعی در اولویت نبوده و در صورت الزام در استفاده، ملاحظات زیست محیطی شدید و پایش کیفی آبخوان از نظر عناصر مغذی، هدایت الکتریکی و سموم ضروری می‌باشد. فاضلاب‌های صنعتی با توجه به دارا بودن فلزات سنگین، ترکیبات شیمیایی آلی و معدنی، در صورت استفاده در تغذیه مصنوعی باعث عوارض زیست محیطی از جمله تجمع فلزات در خاک و آلودگی آبخوان خواهند بود. در این زمینه تنها استفاده از فاضلاب صنایع فاقد آلاینده‌های فلزی، مواد شیمیایی آلی و معدنی محلول و... امکان‌پذیر است.

۳-۲-۳- بررسی قابلیت استفاده در آبیاری فضای سبز

آبیاری فضای سبز یکی از مصارف مجدد پساب‌ها و آب‌های برگشتی می‌باشد. محدودیت‌های استفاده از این منابع عمدتاً، پراکندگی فضای سبز در سطح شهر و هزینه انتقال پساب از تصفیه‌خانه‌ها به این مناطق می‌باشد که تا حد زیادی استفاده از این منابع را با محدودیت مواجه می‌سازد. از نظر کیفی عامل مهم محدودیت‌زا در استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده برای آبیاری فضای سبز، استاندارد بهداشتی آن می‌باشد که نیاز به کیفیت بالایی از نظر کلی‌فرم، فکال کلی‌فرم و تخم انگل نامتود دارد. این مسایل تا حد زیادی در آبیاری فضای سبز و جنگل‌کاری‌های بیرون شهر کم‌رنگ‌تر می‌باشد. با توجه به این که اراضی زراعی در خارج از شهر متمرکز بوده و فاصله نسبتاً زیادی با شهر دارد، استفاده از زه‌آب‌های کشاورزی برای فضای سبز با مشکل مواجه بوده ولی امکان استفاده از این منابع در جنگل‌کاری و احداث کمربند سبز حاشیه شهرها وجود دارد. پساب‌های صنعتی با توجه به نقطه‌ای بودن و پراکندگی صنایع، امکان استفاده در آبیاری فضای سبز شهری را نداشته ولی قابلیت استفاده در فضای سبز خود کارخانه و مجتمع‌های صنعتی را دارا می‌باشد. این عمل به طور موفقیت آمیزی در بسیاری از صنایع در شهرهای مختلف در حال انجام می‌باشد. در این زمینه توجه به کیفیت پساب به ویژه میزان هدایت الکتریکی، غلظت فلزات سنگین و مواد آلی سخت تجزیه‌پذیر به دلیل تاثیرگذاری به بافت خاک از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.

۳-۲-۴- بررسی قابلیت استفاده در مقاصد تفریحی

با توجه به کیفیت پساب‌ها و آب‌های برگشتی و ماهیت مصارف تفریحی، مهم‌ترین شاخص‌های محدودیت‌زا، شاخص‌های میکروبی، میزان جلبک و اکسیژن محلول و وضعیت ظاهری آب (طعم، بو و رنگ) می‌باشد. شاخص‌های میکروبی که به طور معمول در کشورهای دیگر برای کیفیت آب تفریحی پیشنهاد شده است، پارامترهای کلی‌فرم کل، کلی‌فرم مدفوعی، اشرشیاکلی و انتراکوکی می‌باشد که در چند سال اخیر دو مورد آخر یعنی اشریشیا و انتراکوکی بیش‌تر مورد توجه قرار گرفته‌اند. با توجه به محدودیت‌های کیفی در این مصارف امکان استفاده از زه‌آب‌های زراعی و فاضلاب‌های تصفیه شده شهری و صنعتی مقدور نمی‌باشد. مهم‌ترین محدودیت فاضلاب‌های تصفیه شده شهری غلظت بالای عناصر مغذی (فسفر و نیتروژن)، کلی‌فرم و فکال کلی‌فرم می‌باشد که

باعث رشد جلبک‌ها و افزایش زیست توده^۱ پهنه‌های آبی و همچنین داشتن رنگ و بوی اولیه و ثانویه می‌باشد. در زه‌آب‌های کشاورزی علاوه بر محدودیت‌های مذکور وجود بقایای سموم و آفت‌کش‌ها نیز به عنوان عامل محدودیت‌زای دیگر مطرح می‌باشد.

۳-۲-۵- بررسی قابلیت استفاده در مصارف شرب

قابلیت استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف شرب بنا به دلایل زیر در کشور منتفی بوده و در این مطالعات نیز به آن پرداخته نشده است.

الف- برای حصول استاندارد مصارف شرب نیاز به مراحل تصفیه تکمیلی می‌باشد که با توجه به هزینه مربوط توصیه نمی‌گردد.

ب- کمبود آب در سطح کشور در حدی نیست که استفاده از این منابع را برای مصرف شرب توجیه کند.

ج- مسایل اجتماعی فرهنگی مربوط، استفاده از این منابع را حتی در صورت رسیدن به استانداردهای کیفی مورد نظر منتفی می‌سازد.

۳-۲-۶- بررسی قابلیت استفاده در مصارف صنعتی

با توجه به استانداردهای پیشنهادی وزارت نیرو در زمینه کیفیت آب در مصارف صنعتی [۱۸]، امکان استفاده مجدد از پساب‌های شهری و صنعتی و زه‌آب‌های کشاورزی در گروه‌های مختلف صنعتی موجود می‌باشد. در این زمینه گروه‌های صنعتی الف، به واسطه نیاز به آب با کیفیت بهتر در مقایسه با سایر صنایع در استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی با محدودیت‌های کیفی به ویژه سختی، غلظت کل جامدات محلول (TDS) و مواد معلق مواجه می‌باشند که این عامل استفاده از پساب‌های شهری، صنعتی و زه‌آب‌های کشاورزی را در این گروه با محدودیت مواجه می‌سازد. در سایر گروه‌ها محدودیت‌های مذکور کاهش یافته و امکان استفاده با حداقل محدودیت موجود می‌باشد. با توجه به فاصله صنایع و پساب‌های شهری و زه‌آب‌های کشاورزی، عامل مهم دیگر در این زمینه فاصله زیاد و هزینه انتقال پساب به صنایع می‌باشد که استفاده از این منابع را در صنعت با محدودیت مواجه می‌کند. توصیه می‌شود در صنایعی با مصرف آب بالا، از جمله صنایع پتروشیمی و... این مساله لحاظ گردد. یکی از برنامه‌های مهم در زمینه استفاده مجدد از پساب‌ها در صنعت امکان باز چرخانی و استفاده مجدد از پساب خود صنایع می‌باشد. این امر می‌تواند به صورت برنامه‌ریزی برای استفاده از پساب بخش‌های مختلف برای همدیگر باشد که در کشور ما کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد.

۳-۲-۷- بررسی قابلیت استفاده در مصارف شیلات و محیط زیست

بر اساس دستورالعمل سازمان بهداشت جهانی (WHO)^۲ پساب مورد استفاده برای استخرهای پرورش ماهی باید عاری از تخم انگل نماتودها بوده و تعداد کلی‌فرم مدفوعی در آنها بیش از ۱۰۰۰ عدد در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر نباشد. بعضی از نماتودها از جمله کلونورکیس، شیبستوزوما از جمله انگل‌هایی هستند که در استفاده از این منابع برای آبی‌پروری دارای محدودیت می‌باشند. در استفاده از پساب‌های شهری در آبی‌پروری مهم‌ترین عامل محدودیت‌زا، کلی‌فرم، فکال کلی‌فرم و تخم انگل نماتود می‌باشد. در صورت تامین استانداردهای بهداشتی امکان استفاده از این منابع در این بخش مقدور بوده ولی نیاز به پایش دقیق محصولات

1- Biomass

2- World Health Organization

تولیدی و پساب ورودی به برکه دارد. در زمینه استفاده از زه‌آب‌های کشاورزی در آبی‌پروری با توجه به استانداردهای سختگیرانه، سموم و علف‌کش‌ها مهم‌ترین عامل محدودیت‌زا بوده که استفاده از این منابع را با محدودیت مواجه می‌سازد. در زمینه فاضلاب‌های صنعتی با توجه به کیفیت این منابع و وجود فلزات سنگین، ترکیبات شیمیایی و نوسانات شدید PH و قلیابیت برای استفاده در آبی‌پروری توصیه نمی‌گردد.

در زمینه مصارف محیط زیست، امکان استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی موجود بوده ولی با توجه استانداردهای سختگیرانه مربوط به BOD، کلی‌فرم مدفوعی، فلزات سنگین و سموم و علف‌کش‌ها، عملاً استفاده از پساب‌های شهری و صنعتی و زه‌آب‌های کشاورزی را در این مصارف با محدودیت مواجه می‌سازد.

مهم‌ترین عامل محدودیت‌زای کیفی در استفاده از پساب‌های خانگی جهت استفاده در محیط زیست، کلی‌فرم‌های مدفوعی و BOD بوده و در استفاده از زه‌آب‌های کشاورزی بقایای سموم و علف‌کش‌ها در استفاده از پساب‌های صنعتی بسته به نوع صنعت، غلظت فلزات سنگین و مواد آلی می‌باشد.

۳-۳- اولویت‌بندی مصارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور

در کلیه حوضه‌های آبریز کشور مقادیر متناهی از منابع آب برگشتی و پساب‌ها وجود دارد که در مدیریت بهره‌برداری از این منابع باید اولویت‌های هر یک مشخص گردد. در غیر این صورت مدیریت کلان منابع آب کشور نگرش طبقه‌بندی شده‌ای نسبت به نحوه توزیع منابع و تمرکز فعالیت‌ها در سطح حوضه‌های آبریز نخواهد داشت. برای این منظور علاوه بر مولفه میزان منابع آب برگشتی و پساب‌ها، سایر عواملی که به نوعی در اولویت‌بندی این بهره‌برداری‌ها نیز موثرند، مدنظر قرار گرفته است و نتایج در جدول (۳-۱) ارائه شده است. مهم‌ترین شاخصی که در اولویت‌بندی برنامه‌ریزی در سطح زیرحوضه‌های کشور موثر است، وضعیت مصارف زیرحوضه‌ها و روند تغییرات آن است. برای این منظور مصارف زیرحوضه‌های مختلف به تفکیک نوع مصارف جمع‌بندی گردیده است. از آنجایی که در این بخش اولویت‌بندی بین حوضه‌ها برای برنامه‌ریزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، وضعیت مصارف و تغییرات آن تا افق سال ۱۴۰۰ به صورت مقایسه‌ای و رتبه‌ای در نظر گرفته شده است. لذا در این قسمت با استفاده از اطلاعات و پیش‌بینی‌های موجود طرح جامع آب کشور، وضعیت مصارف آبی در سال ۱۳۸۵ و همچنین مصارف آبی در افق ۱۴۰۰ به تفکیک زیرحوضه‌های درجه دو بررسی و به ترتیب میزان بهره‌برداری برای مصارف مختلف (کشاورزی، شرب، صنعت و آبی‌پروری و همچنین سرانه آب در دسترس) برای سال ۱۳۸۵ و ۱۴۰۰ از ۱ تا ۳۰ رتبه‌بندی شده‌اند. در این بررسی میزان رشد و یا کاهش در مصارف پنج‌گانه مورد نظر و نیز میزان آب در دسترس نیز به صورت درصد از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۰ محاسبه گردیده است. از طرفی هر یک از حوضه‌های آبریز درجه دو نیز با توجه به پتانسیل موجود فاضلاب‌ها و آب‌های برگشتی، رتبه‌بندی گردیده و در نهایت با توجه به نتایج حاصل از پتانسیل‌ها و همچنین مصارف، حوضه‌های درجه دو برای بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی اولویت‌بندی گردیده‌اند.

نتایج حاصل در قالب جدول (۳-۱) ارائه شده است. مهم‌ترین شاخصی که در اولویت‌بندی برنامه‌ریزی در سطح زیرحوضه‌های کشور موثر است، وضعیت مصارف زیرحوضه‌ها و روند تغییرات آن است. برای این منظور مصارف زیرحوضه‌های مختلف به تفکیک نوع مصرف جمع‌بندی گردیده است. از آنجا که در این بخش اولویت‌بندی بین حوضه‌ها برای برنامه‌ریزی مورد استفاده قرار می‌گیرد وضعیت مصارف و تغییرات آن تا افق سال ۱۴۰۰ به صورت مقایسه‌ای و رتبه‌ای در نظر گرفته شده است. بنابراین زیرحوضه‌ای که بیش‌ترین مصرف را در هر یک از انواع مصرف دارد، رتبه بالاتری داشته است. وضعیت سرانه آب در دسترس و روند تغییرات آن نیز یکی از دیگر شاخص‌های مورد استفاده در این اولویت‌بندی است و شاخص بعدی وضعیت پتانسیل موجود منابع آب شور، لب شور و

غیرمعارف در هریک از زیرحوضه‌ها می‌باشد. بدین ترتیب با جمع‌بندی این اطلاعات در کنار یک‌دیگر می‌توان اولویت‌های برنامه‌ریزی را در سطح کشور مشخص نمود. با توجه به ساختار مدیریت آب کشور و مبانی علمی مدیریت منابع آب که بر پایه تقسیمات حوضه‌ای می‌باشد در جمع‌بندی این جدول و تجزیه و تحلیل نتایج به صورت حوضه‌ای عمل گردیده است.

نتایج حاصل از اولویت بندی مصارف منابع مذکور به تفکیک زیر حوضه‌ها در جدول (۳-۱) ارائه شده، در این جدول شماره هر زیر حوضه بیانگر جایگاه و موقعیت آن برای استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در مقایسه با سایر زیر حوضه‌ها می‌باشد. هم‌چنین براساس این جدول، از اعداد و رتبه‌های قید شده برای هر زیرحوضه برای سه نوع منابع آب مورد نظر (پساب‌های شهری، پساب‌های صنعتی و زه‌آب‌های کشاورزی) می‌توان به اولویت موجود در بهره‌برداری از این سه منبع آب نسبت به هم پی برد. یعنی براساس این جدول علاوه بر مشخص شدن موقعیت و اولویت هر زیر حوضه در مقایسه با زیرحوضه‌های دیگر برای بهره‌برداری از این منابع؛ اولویت در داخل هر زیرحوضه برای بهره‌برداری از هریک از منابع (پساب‌های شهری، پساب‌های صنعتی و زه‌آب‌های کشاورزی) نیز مشخص گردیده است.

جدول ۳-۱- اولویت‌بندی بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در سطح حوضه‌های آبریز کشور [۴۳]

نام حوضه	مصارف						سرانه آب در دسترس (مترمکعب در سال)		اولویت در مصارف پساب‌ها و آب‌های برگشتی		
	کشاورزی		صنعت		شرب		آبزی پروری		محیط‌زیست		اولویت‌ها
	رتبه در سال ۸۵	رتبه در سال ۱۴۰۰	رتبه در سال ۸۵	رتبه در سال ۱۴۰۰	رتبه در سال ۸۵	رتبه در سال ۱۴۰۰	رتبه در سال ۸۵	رتبه در سال ۱۴۰۰	رتبه در سال ۸۵	رتبه در سال ۱۴۰۰	
دریای خزر	۷	۷	۱۰	۸	۲۱	۹	۹	۱۲	۲	۲	ارس
	۲۲	۲۴	۲۲	۲۶	۲۸	۲۷	۱۲	۱۷	۸	۱۷	تالش
	۵	۴	۱۳	۱۵	۸	۷	۵	۷	۴	۴	سفیدرود
	۲۳	۲۳	۱۷	۱۷	۱۴	۱۷	۱۹	۲۰	۱۸	۲۲	لاهیجان
	۱۲	۱۴	۱۴	۱۳	۹	۱۰	۱۳	۱۵	۲۰	۱۵	هراز
	۱۹	۱۷	۲۱	۲۱	۱۳	۱۴	۱۰	۱۳	۱۱	۱۱	کرگانرود
	۲۷	۲۷	۲۳	۲۲	۲۴	۲۵	۱۶	۸	۲۰	۲۰	اترک
خلیج فارس و دریای عمان	۱۶	۸	۱۸	۱۹	۱۱	۱۲	۱۱	۶	۱۲	۱۲	مرزی غرب
	۳	۳	۹	۹	۶	۶	۳	۲	۳	۳	کرخه
	۱	۱	۳	۳	۵	۲	۱	۱	۱	۱	کارون بزرگ
	۱۱	۱۱	۸	۱۱	۱۲	۱۳	۲	۳	۶	۷	جراحی
	۲۶	۲۱	۲۴	۲۵	۲۲	۲۰	۲۵	۱۶	۲۴	۱۵	هله
	۱۵	۱۳	۱۱	۱۶	۱۸	۲۲	۷	۱۰	۲۱	۱۳	مند
	۲۰	۲۰	۲۸	۲۸	۲۰	۲۱	۲۴	۲۶	۲۵	۲۶	کل
	۲۱	۲۲	۲۵	۲۳	۲۳	۲۳	۱۸	۲۱	۱۶	۲۰	بندرعباس
	۲۹	۲۹	۳۰	۳۰	۲۹	۲۹	۲۰	۲۳	۱۴	۱۹	بلوچستان جنوبی
	۲۹	۲۹	۳۰	۳۰	۲۹	۲۹	۲۰	۲۳	۱۴	۱۹	بلوچستان جنوبی

ادامه جدول ۳-۱- اولویت‌بندی بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در سطح حوضه‌های آبریز کشور [۴۳]

نام حوضه	مصارف												سرانه آب در دسترس (مترمکعب در سال)				اولویت‌ها		
	کشاورزی		صنعت		شرب		آبزی پروری		محیط‌زیست		سال ۱۳۸۵		سال ۱۴۰۰		اولویت در مصارف پساب‌ها و آب‌های برگشتی				
	رتبه در سال ۸۵	رتبه در سال ۱۴۰۰	رتبه در سال ۸۵	رتبه در سال ۱۴۰۰	رتبه در سال ۸۵	رتبه در سال ۱۴۰۰	رتبه در سال ۸۵	رتبه در سال ۱۴۰۰	رتبه در سال ۸۵	رتبه در سال ۱۴۰۰	میزان	رتبه	میزان	رتبه	رتبه در سال ۸۵	رتبه در سال ۱۴۰۰	رتبه در سال ۱۴۰۰		
دریاچه ارومیه	۴	۵	۵	۷	۲	۳	۴	۵	۵	۵	۵	۱۶۰۸	۲۶	۱۳۵۱	۱۳	-	۶	۱۱	
	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱۴	۱۸	۸	۱۰	۷۱۰	۳۰	۶۰۰	۲۶	۲	۲	۱		
	۸	۹	۲	۲	۳	۴	۸	۶	۹	۱۱	۱۲۶۶	۲۷	۱۰۶۹	۳۰	۱	۱۰	-		
	۹	۱۰	۴	۴	۷	۸	۶	۹	۷	۱۶	۲۱۲۶	۲۱	۱۸۰۴	۲۸	۸	۹	۸		
	۲۴	۲۵	۱۹	۱۸	۲۵	۲۶	۲۷	۲۶	۲۷	۲۶	۲۸۶۱	۱۵	۲۳۵۲	۲۲	-	۲۴	-		
	۱۴	۱۶	۲۰	۲۰	۲۷	۲۸	۲۱	۲۴	۱۳	۱۸	۶۵۴۵	۱	۵۳۱۶	۱۷	-	۱۳	-		
	۱۷	۱۸	۲۶	۲۶	۲۴	۲۴	۱۷	۱۴	۱۹	۲۳	۴۹۶۰	۲	۴۱۲۱	۱	۱۶	۱۶	-		
	۶	۶	۱۲	۶	۱۰	۱۱	۲۳	۲۳	۲۵	۲۴	۳۸۶۷	۷	۳۲۶۲	۲	۵	۲	۲		
	۲۸	۲۸	۱۱	۱۲	۱۹	۱۹	۲۶	۲۶	۴	۲۷	۱۲۶۲	۲۸	۱۱۱۵	۶	۱۲	۳	-		
دریاچه نمک	۱۸	۱۹	۶	۱۰	۱۶	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۰۰۹	۲۳	۱۶۶۷	۲۷	-	۱۹	-		
	۱۳	۱۵	۲۷	۲۷	۱۵	۱۵	۲۹	۲۹	۲۹	۲۲	۴۲۹۳	۵	۳۵۵۹	۲۳	-	۲۸	-		
	۲۵	۲۶	۱۵	۱۴	۱۷	۱۸	۲۲	۲۲	۲۲	۲۹	۱۹۱۵	۲۴	۱۶۱۱	۵	۱۵	۲۵	-		
قره قوم	۳۰	۳۰	۲۹	۲۹	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۲۳۸۸	۱۹	۱۸۹۷	۲۴	-	۲۹	۱۱	۳۰	

۳-۴- جمع‌بندی

از بررسی مطالب ارائه شده در ارتباط با قابلیت مصارف پساب‌ها و آب‌های برگشتی نتیجه‌گیری می‌شود که مهم‌ترین کاربری مصارف این منابع کشاورزی و همچنین آبیاری فضای سبز و جنگل‌کاری اطراف شهرها می‌باشد که امکان استفاده از این منابع را با حداقل اثرات سوء زیست محیطی مقدور می‌سازد. در کنار مصارف زراعی، تغذیه مصنوعی به ویژه در فصول غیر زراعی به عنوان دومین اولویت مصارف اصلی این منابع مطرح می‌باشد. با توجه به موقعیت مکان‌یابی شده برای ساخت این تصفیه‌خانه‌ها، در استفاده از این منابع هزینه‌های مربوط به خط انتقال و پمپاژ یکی از عوامل اصلی محدودیت‌زای اقتصادی محسوب می‌شود.

به طور کلی مهم‌ترین عامل محدودیت‌زای کیفی پساب‌های حاصل از تصفیه فاضلاب شهری در مصارف مختلف ویژگی‌های بهداشتی و مواد آلی پساب خروجی بوده و مهم‌ترین عامل محدودیت‌زای کیفی زه‌آب‌های کشاورزی سموم شیمیایی، شوری و عناصر

مغذی و در بخش پساب‌های صنعتی فلزات سنگین و ترکیبات شیمیایی سخت تجزیه‌پذیر و خاصیت اسیدیته و قلیاییت متفاوت پساب می‌باشد.

در سطح حوضه‌های آبریز کشور، مقادیر متنابهی از منابع آب برگشتی و پساب‌ها وجود دارد. یکی از ابعاد با اهمیت در برنامه‌ریزی بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در نظر گرفتن اولویت بهره‌برداری از این منابع می‌باشد. برای این منظور علاوه بر مولفه میزان منابع آب برگشتی و پساب‌ها، سایر عواملی که به نوعی در اولویت‌بندی این بهره‌برداری‌ها نیز موثرند، مدنظر قرار گرفته شده و نتایج به تفکیک زیر حوضه‌ها برای بهره‌برداری از پساب‌های شهری، صنعتی و زه‌آب‌های کشاورزی در جدول (۳-۱) ارائه شده است.

فصل ۴

بررسی اثرات زیست محیطی استفاده

مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

۴-۱- کلیات

در حال حاضر در سطح کشور، به ویژه در حواشی شهرهای بزرگ و مراکز استان‌ها، مناطق وسیعی با پساب‌ها و آب‌های برگشتی آبیاری می‌شوند. در بیش‌تر مواقع این استفاده غیراصولی بوده و برای کشت سبزیجات و صیفی‌جات به‌کار رفته و موجب آلودگی محیط زیست، تجمع آلودگی در خاک و انتقال آلودگی به محصولات تولیدی شده است. با توجه به میزان استقبال و همچنین نیاز به استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در کشاورزی، در حال حاضر بیش‌تر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در سطح کشور با هدف استفاده مجدد از پساب حاصل در کشاورزی، طراحی و اجرا می‌گردند.

با وجود قدمت استفاده از فاضلاب در کشور، تحقیقات در زمینه اثرات مربوط در یکی دو دهه اخیر آغاز شده‌است. بخشی از این مطالعات توجه اصلی را به اثرات محیطی کاربرد این آب‌ها معطوف کرده‌اند و در بررسی‌های دیگر تاثیر این آب‌ها در کمیت و کیفیت محصول مطرح می‌باشد. نتایج گوناگونی از این پژوهش‌ها به‌دست آمده‌است که در بعضی موارد مثبت و امیدوارکننده و در موارد دیگر هشداردهنده می‌باشد. در این بخش خلاصه‌ای از مهم‌ترین اثرات مثبت و منفی کاربرد این منابع ارائه شده است.

۴-۲- بررسی اثرات زیست محیطی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

۴-۲-۱- بررسی اثرات بر محیط زیست فیزیکی

بقایای املاح، سموم و آفت‌کش‌ها، کودهای شیمیایی و عناصر کمیاب در آب‌های برگشتی و زه‌آب‌ها و همچنین فلزات سنگین و مواد آلی در پساب‌های شهری و صنعتی در صورت استفاده غیرصحیح و راهیابی به منابع آب موجب تخریب زیست‌بوم‌های آبی می‌گردد. نمک‌ها با تاثیر بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک موجب تغییر در سامانه جذب آب توسط گیاه گردیده و نهایتاً بر عملکرد گیاه تاثیر می‌گذارند. مصرف آب شور با تاثیر منفی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک موجب افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک، کاهش پایداری ساختمان خاکدانه‌ها و کاهش نفوذ آب به خاک و کاهش تولید محصول خواهد شد. افزایش قلیائیت خاک که ممکن است به دلیل غلظت زیاد سدیم اتفاق بیافتد، در اثر افزایش سدیم قابل تبادل، کانی‌های رسی متورم و پراکنده گردیده و موجب تخریب ساختمان خاک و کاهش نفوذپذیری خاک می‌شوند.

در استفاده از فاضلاب و پساب برای آبیاری، اغلب پاتوژن‌ها و تخم انگل‌های نماتودی، در چند سانتی‌متری اول خاک فیلتر می‌شوند. ویروس‌ها و کیست آمیب‌ها در مقایسه با باکتری‌ها با توجه به قدرت ماندگاری بالا، مدت زمان طولانی در خاک زنده می‌مانند. از میان آلودگی‌های شیمیایی، نیترات یکی از فاکتورهای اصلی محسوب می‌شود. این ترکیب می‌تواند تا عمق زیادی همراه آب در خاک حرکت کرده و مخاطرات زیادی را در استفاده از منابع آب زیرزمینی بوجود آورد. پساب‌ها و آب‌های برگشتی به دلیل غنی بودن از عناصر مغذی و داشتن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا در صورت استفاده غیراصولی، قادر به راهیابی به منابع آب سطحی و آلودگی آنها و تشدید پدیده تغذیه‌گرایی خواهند بود. در این زمینه طراحی و در نظرگیری زهکش‌های مناسب ضروری می‌باشد.

حضور ذرات معلق معدنی و آلی در فاضلاب خام، پساب تصفیه شده و حتی آب آبیاری معمولی، ممکن است موجب انسداد خلل و فرج خاک را به‌خصوص در لایه‌های سطحی فراهم آورد. این امر می‌تواند کاهش شدت نفوذ آب به درون خاک و نقصان هدایت هیدرولیکی آن را سبب شود. در صورت عدم برنامه‌ریزی و استفاده غیراصولی از این منابع، انتشار بوی نامناسب از اثرات سوء دیگری می‌باشد که می‌تواند برای ساکنین مناطق هم‌جوار و همچنین کارگران شاغل در پروژه‌های استفاده مجدد ناخوشایند و آزاردهنده باشد.

۴-۲-۲- بررسی اثرات سوء بر محیط زیست بیولوژیکی (زیستی)

یکی از شاخص‌های مهم در حفظ سلامت جوامع انسانی، حفاظت از محیط‌زیست است که یکی از مولفه‌های مهم توسعه پایدار به شمار می‌آید. یکی از مصارف پساب‌ها و آب‌های برگشتی، استفاده مستقیم و غیرمستقیم برای حیات وحش و پایداری محیط زیست می‌باشد. در صورت استفاده غیراصولی، مواد سمی موجود در پساب‌ها و آب‌های برگشتی، میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا در پساب‌های خانگی و سموم شیمیایی و آفت‌کش‌ها در زه‌آب‌های کشاورزی برای حیوانات و به ویژه آبزیان، سمی بوده و سلامت آنها را به خطر می‌اندازد.

برخی از پساب‌ها که برای آبیاری مصرف می‌شوند حاوی یون‌هایی چون بر (B)، کلر (Cl) و سدیم (Na) و عناصر کمیاب (آلومینیوم، برلیوم، کبالت، فلئور، آهن، لیتیم، منگنز، مولیبدن، سلیوم، قلع، تیتانیوم، تنگستن و وانادیوم) در غلظتی بیش از حد نیاز گیاه می‌باشند؛ این حالت باعث کاهش رشد، تغییر شکل گیاه و یا کم شدن و از بین رفتن محصول می‌گردند. بر (B) در مراحل تصفیه به طور موثر جدا نشده و نسبت به سایر عناصر کمیاب سریع‌تر از خاک عبور می‌کند. در غلظت ۰/۰۴ میلی‌گرم در لیتر علائم کمبود بر در گیاه ظاهر شده و در غلظت بیش از یک میلی‌گرم در لیتر، برای بسیاری از گونه‌های گیاهی حساس، سمی می‌باشد [۷۶].

تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی آلوده به فلزات سنگین، برای آبیاری محصولات موجب انتقال و تجمع این فلزات در محصولات تولیدی و در نهایت ایجاد مخاطرات بهداشتی برای حیوانات و انسان خواهد گردید [۵۱]. هم‌چنین استفاده از پساب‌ها با آلودگی میکروبی برای آبیاری گونه‌های علوفه‌ای، علاوه بر مخاطرات بهداشتی برای کارگران، می‌تواند باعث انتقال آلودگی به احشام و دام‌ها گردد. مهم‌ترین بیماری‌ها در این رابطه شامل بیماری سل، کرم کدوی گاوی (تنیاسازی‌نا) و آلودگی‌های سالمونلایی می‌باشد. نتایج مطالعات شوال و همکاران نشان می‌دهد که کاربرد فاضلاب برای آبیاری منجر به شیوع بیماری‌های انگلی آسکاریس و تریکوریس گردیده است [۸۵]. گزارش‌های ارائه شده از استرالیا و دانمارک نشان داده است که دام‌های چرا کرده در مزارع آبیاری شده با فاضلاب و یا استفاده کرده از آب کانال‌هایی فاضلاب به عنوان شرب، به شدت به بیماری کیست هیداتیک آلوده شده‌اند. هم‌چنین غلظت بالای نیترات در آب شرب حیوانات، نیز می‌تواند برای آنها خطرناک باشد. باکتری که مسوول تبدیل نیترات به نیتريت هستند در نشخوار کنندگان، ماکیان و اسب‌ها نیز وجود دارد [۹۱].

تجمع عناصر سنگین در گیاهان و مصرف آنها توسط احشام، باعث انتقال این عناصر به انسان می‌شود. چون حیوانات در معرض مقادیر بیش‌تری از عناصر سنگین (به علت استفاده از گیاهان) نسبت به انسان هستند، لذا پتانسیل حیوانات از نظر آلودگی با این عناصر بیش‌تر می‌باشد [۳۴].

در موارد متعددی مشاهده می‌شود که از زه‌آب‌های کشاورزی به عنوان تامین‌کننده بخشی از حقایقه‌های محیط زیستی در رودخانه‌ها استفاده می‌شود. این عمل با توجه به کیفیت نامطلوب این منابع و دارا بودن آلاینده‌های مختلف، تخریب زیست‌بوم‌های آبی پایین دست و مرگ و میر آبزیان مفید از جمله ماهی‌ها را به دنبال خواهد داشت.

۴-۲-۳- بررسی اثرات اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی

۴-۲-۳-۱- اثرات روانی و فرهنگی

مهم‌ترین اثر اجتماعی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی، اثرات سوء روحی و روانی می‌باشد. هنوز در کشور شرایط اجتماعی و فرهنگی به گونه‌ای است که استفاده از این منابع در مصارف مختلف مورد پذیرش همگانی نبوده و با مقاومت‌های اجتماعی، به‌ویژه در

مصارف زراعی همراه است. به‌طوری که هنوز از نظر مذهبی این منابع نجس محسوب شده و استفاده از محصولات زراعی تولیدی مورد پذیرش مصرف‌کنندگان واقع نمی‌شود. برخی از اثرات روانی استفاده از پساب‌ها، بحران‌های روانی ناشی از بوی تعفن پساب‌ها می‌باشد.

۴-۳-۲- اثر بر پوشش طبیعی و فضای سبز

فضای سبز و محیط زیست شهری از عوامل پایداری حیات اجتماعی و انسانی به شمار می‌رود، کمبود آب در کشور یکی از عوامل محدودیت‌زای ایجاد فضای سبز محسوب می‌شود. یکی از راه‌های توسعه فضای سبز استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی می‌باشد. تجارب جهانی نشان می‌دهد که می‌توان از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبیاری پارک‌ها و فضاهای سبز، چمن‌کاری‌ها، درختان غیرمثمر، باغچه‌ها، باغ‌های تفریحی و زمین‌های بازی استفاده کرد.

۴-۳-۲- افزایش تولید محصول و بهره‌وری آب

در نگرش جدید آب کالایی یکبار مصرف محسوب نشده و استفاده مجدد از آن ضروری می‌باشد. بازچرخانی و استفاده اصولی از پساب‌ها و آب‌های برگشتی می‌توانند باعث بهره‌وری و افزایش سطح زیر کشت، تولید محصولات بیش‌تر و افزایش میزان درآمد و بهبود وضعیت معیشتی و اقتصادی افراد گردد.

۴-۳-۲- افزایش سطح زیر کشت، اشتغال‌زایی و تولید محصول بیش‌تر

افزایش میزان آب قابل دسترس باعث افزایش سطح زیر کشت، ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و تولید غذای بیش‌تر خواهد شد؛ که این مورد با ایجاد فرصت‌های شغلی جدید باعث پایداری جوامع انسانی و افزایش حس امنیت و رفاه عمومی می‌گردد.

۴-۳-۲- بازیافت عناصر مغذی و بهبود حاصل‌خیزی خاک

پساب‌های شهری به دلیل دارا بودن عناصر مغذی، کودهای آلی مرغوبی محسوب می‌شوند که ارزشی بیش از کودهای شیمیایی دارند. این امر به علت دیر رها شدن عناصر کودی و همچنین افزوده شدن مواد آلی قابل تجزیه و افزایش هوموس خاک می‌باشد. طی استفاده از فاضلاب براساس میانگین نیاز آبی محصولات زراعی، سالانه معادل ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن، ۵۰ کیلوگرم فسفر و ۱۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هر هکتار به زمین زراعی اضافه می‌شود که معادل ۹ کیسه کود (NPK) در هر هکتار می‌باشد. تحقیقات علیزاده و همکاران در سال ۱۳۷۵ نشان داد که آبیاری سبزیجات (گوجه‌فرنگی، کاهو، هویج و خیار) با فاضلاب تصفیه شده معادل ۲۵ تن کود حیوانی در هر هکتار صرفه‌جویی دارد [۳۰].

۴-۳-۲- بررسی اثر بر وضعیت بهداشت و سلامتی

۴-۳-۲-۱- اثرات بهداشتی ناشی از میکروارگانیسم‌ها و عوامل بیماری‌زا

یکی از مسایل خطرزا در تصفیه و استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی، وجود عوامل بیماری‌زا و انتشار آنها در بین کارگران، جوامع محلی و اجتماعات انسانی مجاور و همچنین مصرف‌کنندگان محصولات تولیدی می‌باشد. راه‌های پیش‌گیری شامل ضدعفونی پساب تا حد رسیدن به کیفیت مورد نظر، به ویژه استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) می‌باشد که برای کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران مناسب‌تر به نظر می‌رسد.

به‌طور معمول کلی‌فرم مدفوعی و تعداد تخم انگل نمائند، به عنوان شاخص کیفی بهداشتی جهت ارزیابی درجه آلودگی و اثرات بهداشتی - زیست محیطی مربوط به بازچرخانی و استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی مطرح می‌باشد. در جدول (۴-۱)، عوامل بیماری‌زای موجود در این منابع، نحوه ارتباط و ورود به بدن و همچنین ملاحظات مورد نظر ارائه شده است. بررسی آمار بیماری‌های منتقله با آب، بیان‌گر وقوع بیش‌تر در استان‌هایی است که به‌صورت غیراصولی از فاضلاب‌ها استفاده می‌کنند. خواص میکروبیولوژی از شاخص‌های مهم پساب‌های خانگی بوده و خطرات بهداشتی و میزان احتمال خطر ناشی از کاربرد این منابع در جداول (۴-۲) و قدرت بقا و ماندگاری این عوامل در محیط مطابق جدول (۴-۳) ارائه شده است. مطابق جدول (۴-۳)، چنان‌چه مشاهده می‌شود میزان خطرزایی عوامل بیماری‌زای موجود در پساب‌ها، به ترتیب شامل کرم‌ها، پروتوزوورها و باکتری‌ها و در درجه آخر ویروس‌ها می‌باشد. بررسی گروه‌های در معرض خطر، نشان می‌دهد که بیش‌ترین ریسک متوجه مصرف‌کننده، کارگران مزرعه و کارگران مسوول جابه‌جایی و نگهداری محصولات می‌باشد.

مطابق جدول (۴-۳)، از بین عوامل بیماری‌زای موجود در پساب‌ها، کرم‌ها از بیش‌ترین ماندگاری در محیط برخوردار بوده و در مراتب بعدی ویروس‌ها قرار دارند. پروتوزوورها و باکتری‌ها از دوام مشابه‌ای برخوردار بوده و ماندگاری عوامل بیماری‌زا در فاضلاب از حداکثر و در محصولات زراعی از حداقل میزان برخوردار می‌باشد.

جدول ۴-۱- عوامل خطرزای بهداشتی در مصارف مختلف از پساب‌ها و آب‌های برگشتی [۹۱]، [۹۲] و [۹۳]

خطرات	نحوه ارتباط	ملاحظات
عوامل بیماری‌زای باکتریایی مرتبط با پساب‌های خانگی: باکتری‌ها (شیگلاها، ویبریو کلرا، اشیریشیاکلی، شیگلا، سالمونلا)	تماس و مصرف	در گیاهان عوامل باکتریایی زودتر از دیگر عوامل بیماری‌زای مانند کرم روده‌ای و تک‌یاخته‌ها می‌میرند. اما ممکن است جزو عوامل تهدید کننده سلامتی و بهداشت محسوب شوند. وقوع عوامل بیماری وبا، حصه، اسهال در ارتباط با استفاده از فاضلاب، فضولات یا آب‌های آلوده جهت آبیاری سبزیجات می‌باشند. وجود عوامل بیماری‌زا به میزان زیاد در محیط باعث به خطر افتادن سلامتی می‌شود. شستشوی محصولات و گندزدایی آنها و همچنین پختن آنها جزء مهمی از طرق پیش‌گیری و حفاظت از سلامتی می‌باشد.
کرم‌های روده‌ای: کرم‌هایی که از طریق خاک منتقل می‌شوند آسکاریس، آنکی لوستوما، هیمنولپیس، استرونژیلویدس، تریشیوریس و گونه‌های تنیا،	تماس و مصرف	بیش‌تر مناطقی با سطح بهداشت پایین که از فاضلاب تصفیه نشده استفاده می‌کنند در معرض خطر می‌باشند. لاروها می‌توانند در محیط تا مدت زمان زیادی زنده بمانند. آلودگی به کرم‌های قلابدار معمولاً در مناطقی که کشاورزان از کفش مناسب برای محافظت یا استفاده نمی‌کنند بیش‌تر می‌باشد.
تری‌ماتودها: شیستوزوماها، کلنورچیدس و فاسیولاها	تماس و مصرف	خطر مهم در آبی‌پروری وجود انگل تری‌ماتود است. که توزیع آن در مناطق به‌خصوص جغرافیایی محدود شده است. تری‌ماتودها از راه غذاها نیز منتقل می‌شود (به‌خصوص از طریق مصرف ماهی آلوده و فراوری نشده یا مواد خام) شیتستوزومیازیس از طریق پوست و از آب آلوده سرایت می‌کند.
پروتوزوا: ژیاردیا، گونه‌های آنتاموبا، کریپتوسپوریدیوم،	تماس و مصرف	در سبزیجاتی که به وسیله فاضلاب آبیاری می‌شوند در زمان برداشت یا در محل فروش یافت می‌شوند. پروتوزواها می‌توانند در محیط در مدت زمان طولانی به حالت کیست باقی مانده و موجب ایجاد بیماری در شرایط مساعد شود.

ادامه جدول ۴-۱- عوامل خطرزای بهداشتی در مصارف مختلف از پساب‌ها و آب‌های برگشتی [۹۱]، [۹۲] و [۹۳]

خطرات	نحوه ارتباط	ملاحظات
ویروس‌ها: ویروس‌های هپاتیت A و E، آنتر و ویروس‌ها، روتا ویروس‌ها و نورو ویروس‌ها	تماس و مصرف	ویروس‌ها به میزان زیادی در فاضلاب‌ها و فضولات یافت می‌شوند، و بعضی انواع آنها به مدت زیادی زنده مانده تا این‌که باعث ایجاد خطرانی در سلامتی شوند.
مواد شیمیایی: ترکیبات آلی، هورمون‌ها، داروها و موادشیمیایی	مصرف	در صورت استفاده از پساب‌ها و منابع آب برگشتی حاوی این مواد برای آبی‌پروری مصرف‌کنندگان آبیان حاصل، در مصرف‌کنندگان عوارض سوء به همراه دارد.
فلزات سنگین: آرسنیک، کادمیوم، روی و جیوه	مصرف محصولات (گیاهی- جانوری) که با استفاده از این منابع تولید می‌شوند	ممکن است از طریق آب آلوده و یا پساب در گیاهان تجمع یابد، همچنین در صورت استفاده از پساب‌ها و آب‌های آلوده در آبی‌پروری موجب انتقال و تجمع در آبیان شده و در نهایت از طریق مصرف گیاهان و یا آبیان آلوده به موجودات زنده و یا انسان سرایت می‌کند.

جدول ۴-۲- اثرات بهداشتی نسبی پاتوژن‌های مختلف در فاضلاب‌ها [۷۵]

درجه خطر یا ریسک نسبی	پاتوژن مربوط
زیاد (موارد زیاد از عفونت شدید)	کرم‌ها (آنکی لوستوما، آسکاریس، تریکوریس و تنیا)
متوسط (موارد کم از عفونت شدید)	باکتری‌های رودهای (ویبریو کلرا ^۱ و سالمونلا ^۲ و تیفوید ^۳)
کم (موارد کم از عفونت شدید)	ویروس‌های رودهای

جدول ۴-۳- قدرت بقا عوامل بیماری‌زای موجود در پساب در محیط زیست [۸۸]

محیط‌های مختلف	زمان زنده ماندن (روز)			
	مدفوع، لجن فاضلاب	آب، پساب	خاک	محصولات
ویروس‌ها: آنتر و ویروس‌ها	<۱۰۰ (<۲۰)	<۱۲۰ (<۵۰)	<۱۰۰ (<۲۰)	<۶۰ (<۱۵)
باکتری‌ها: کلی‌فرم‌های مدفوعی سالمونلاها شیگلاها ویبریوکلراها	۰ (<۹۰) (<۵۰) ۶۰ (۳۰) ۳۰ (۱۰) ۳۰ (۵)	۶۰ (۳۰) ۶۰ (۳۰) ۳۰ (۱۰) ۳۰ (۱۰)	۷۰ (۲۰) ۷۰ (۲۰) - ۲۰ (۱۰)	۳۰ (۱۵) ۳۰ (۱۵) ۱۰ (۵) ۵ (۲)
پروتوزواها: کیست آنتاموبا هیستولیتیکا	۳۰ (۱۵) ۳۰ (۱۵)	۳۰ (۱۵) ۳۰ (۱۵)	۲۰ (۱۰) ۲۰ (۱۰)	۱۰ (۲) ۱۰ (۲)
کرم‌ها: تخم آسکاریس	زیاد ماه‌ها	زیاد ماه‌ها	زیاد ماه‌ها	<۶۰ (<۲۰) -

اعداد داخل پرانتز میانگین مدت زمان معمول می‌باشد.

۴-۲-۴-۲- اثرات بهداشتی ناشی از ترکیبات آلی و شیمیایی

ترکیبات آلی، بخشی از ناخالصی‌ها می‌باشند که به فرم‌های مختلف در آب‌های بازیافتی مشاهده می‌شوند. این گروه با شاخص‌های BOD، COD و TOC، بیان می‌شوند. این گروه قابلیت تجزیه زیستی داشته و در سامانه‌های تصفیه معمول، اکسید و

1- vibrio Cholera
2- Salmonella
3- typhoeid

به ترکیبات پایدار تبدیل می‌گردند؛ بخش محدودی از این مواد به‌صورت ترکیبات آلی حلقوی مقاوم به تجزیه زیستی بوده و همراه پساب به منابع پذیرنده دفع می‌شود.

ترکیبات شیمیایی موجود در پساب‌ها و آب‌های برگشتی با دارا بودن خواص شیمیایی و سمی، در طولانی مدت دارای خطراتی بر سلامتی افراد مرتبط با آنها می‌باشند. این گروه شامل فلزات سنگین، عناصر کمیاب، مواد آلی سرطان‌زا، ترکیبات شیمیایی و دارویی می‌باشد. این گروه از فاکتورهای کیفی مهم پساب‌های صنعتی به ویژه صنایع شیمیایی و فلزی بوده و از ماندگاری و اثرات مخرب بالایی برخوردار می‌باشند. این منابع هم‌چنین دارای مقادیر قابل توجهی از مواد دارویی و هورمون‌ها می‌باشند که وقتی پساب خروجی برای آبیاری استفاده شود در گیاهان مختلف تجمع یافته و یا منجر به تولید ترکیبات ثانویه شده و در نهایت به بدن دام و یا انسان منتقل شده و می‌تواند اختلالات مختلفی را، از جمله اختلال در باروری و زاد و ولد به همراه داشته باشد. محققین پیش‌بینی می‌کنند که بیش از ۷۰۰۰ نوع از این ترکیبات در خروجی پساب تصفیه‌خانه‌ها موجود باشد که در حال حاضر تنها ۴۵ نوع این گروه شناخته شده است. ترکیبات و سمومی از جمله دیوکسین‌ها، پلی‌کلر و بی‌فنیل (PCBs)، حشره‌کش‌هایی چون DDT و کارباریل^۱، علف‌کش‌هایی هم‌چون 4D، 2 و آترازین نیز از جمله ترکیبات شیمیایی می‌باشند که در فاضلاب مشاهده می‌شوند.

۴-۳-۴-۲-۳- اثرات بهداشتی ناشی از فلزات سنگین

فلزات سنگین از نیمه عمر زیستی بالایی برخوردار بوده و با تجمع در خاک و انتقال به زنجیره غذایی، بعد از ورود به بدن در بافت‌های نرم از جمله کلیه و کبد ذخیره می‌گردند. بعضی از این فلزات از جمله کادمیوم، باریوم، نیکل و کبالت مشکوک به سرطان‌زایی بوده و نیاز به ملاحظات خاص در استفاده از منابع آب آلوده دارند. در جدول (۴-۴) مخاطرات بهداشتی ناشی از عناصر سنگین موجود در آب ارائه شده است.

جدول ۴-۴- مخاطرات بهداشتی ناشی از عناصر سنگین [۹۱]، [۹۹]

نام عنصر	اثرات سوء
کادمیوم	تجمع در کلیه‌ها و کبد، انعقاد پروتئین اوره، گرفتگی مجاری ادرار و تسریع در پیدایش سنگ کلیه، پیدایش امراض قلبی و فشار خون، دردهای استخوانی، اسهال، سرطان پروستات
باریم	افزایش فشار خون، تحریک ماهیچه‌های قلب، بروز تشنج، ضایعات عصبی، بروز سرطان، نارسایی کلیوی
جیوه	تجمع در کبد و کلیه، ایجاد مسمومیت در مغز، اختلال در سامانه اعصاب تا در حد مرگ
کروم	عنصری است تجمعی: ورم ریه، ایجاد حساسیت‌های پوستی
مس	کم‌خونی در اطفال، ایجاد ناراحتی‌های کبدی، تهوع و استفراغ
سرب	تولید دردهای استخوانی، التهاب دستگاه گوارش، تهوع و استفراغ، فلج، اختلالات مغزی
آرسنیک	سرطان پوست و ریه، کم شدن وزن، اسهال، خستگی مفرط، ورم ماهیچه‌های چشم، تورم بدن
نیکل	سرطان ریه، تورم بدن
کبالت	عامل گواتر و افزایش فشار خون
قلع و وانادیوم	ایجاد عارضه در حلق، بینی و گلو

۴-۲-۵- بررسی اثر بر منابع آب و خاک

استفاده غیراصولی از منابع آب غیر متعارف با عوارض سوء ناگواری بر محیط زیست و به ویژه منابع آب و خاک همراه است. شوری زیاد و بقایای سموم، آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی در آب‌های برگشتی و زه‌آب‌ها و هم‌چنین فلزات سنگین در پساب‌های صنعتی در

1- Carbaryl

صورت استفاده غیر صحیح و راهیابی به منابع آب موجب تخریب زیست‌بوم‌های آبی می‌گردد. ترکیبات ازته (نیتريت و نیترات) از جمله عوامل آلاینده منابع آب زیرزمینی محسوب می‌شوند که می‌تواند طی مصرف پساب‌ها و آب‌های برگشتی تشدید گردد.

در استفاده از فاضلاب برای آبیاری، اغلب پاتوژن‌ها و تخم انگل‌های نماتودی موجود در این آب‌ها، در چند سانتی‌متری بالای خاک فیلتر می‌شوند، ولی کیست آمیب‌ها با توجه به قدرت ماندگاری بالا، مدت زمان طولانی در خاک زنده می‌مانند. از میان آلودگی‌های شیمیایی، نیترات‌ها منابع اصلی آلودگی هستند، چرا که می‌توانند در مسافت‌های زیادی در خاک حرکت کنند و مخاطرات زیادی را در استفاده از منابع آب زیرزمینی به همراه داشته باشد. خصوصاً زمانی که از این منابع برای تغذیه مصنوعی استفاده شود، آلودگی نیترات‌ها خیلی مهم می‌باشد. کاربرد پساب‌ها و آب‌های برگشتی به دلیل غنی بودن از عناصر مغذی و داشتن میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا باعث تسریع و تشدید پدیده تغذیه‌گرایی خواهد بود.

یکی از مشکلات عمده در استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی، تجمع فلزات سنگین در خاک و انتقال آن به گیاه می‌باشد. این عناصر در کوتاه مدت تاثیر چندانی بر روی گیاه نداشته ولی به تدریج با تجمع در اندام‌های گیاهی و مصرف توسط انسان و دام، به بدن آنها منتقل و تجمع پیدا کرده و باعث صدمه و آسیب می‌گردد. اکثر این فلزات در حین نفوذ در لایه سطحی خاک رسوب نموده و به ترکیبات نامحلول و غیرقابل جذب گیاه تبدیل می‌گردند ولی طی عملیات خاک‌ورزی در سال‌های آتی به ناحیه ریشه منتقل شده و در دسترس گیاه قرار می‌گیرد. استفاده طولانی مدت از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در اراضی زراعی جنوب تهران باعث تجمع و تمرکز فلزات سنگین در خاک و محصولات زراعی تولیدی در این مناطق شده است.

در جدول (۴-۵) مدت زمان لازم برای رسیدن فلزات سنگین به مرز خطرناکی نشان داده شده است. هرچه ظرفیت تبادل کاتیونی خاک بیش‌تر باشد میزان تجمع فلزات سنگین در خاک بیش‌تر و مدت زمان رسیدن به مرز محدود کنندگی کوتاه‌تر خواهد بود.

جدول ۴-۵- مدت زمان رسیدن به مرز محدودیت‌زا (سمی) عناصر کمیاب در خاک‌ها در استفاده از پساب‌ها [۸۸]

عنصر	غلظت (میلی گرم در لیتر)	ورودی سالیانه (با عمق کاربردی ۱/۲ متر در سال)	میزان تجمع عناصر در خاک به کیلوگرم در هکتار، بر اساس CEC* خاک			زمان رسیدن به میزان تجمع مورد نظر بر اساس CEC* (به سال)		
			<۵	۵-۱۵	>۱۵	<۵	۵-۱۵	>۱۵
کادمیوم	۰/۰۰۵	۰/۰۶	۵	۱۰	۲۰	۸۲	۱۶۷	۳۳۳
مس	۰/۱۰	۱/۲	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۴	۲۰۸	۴۱۶
نیکل	۰/۰۲	۰/۲۴	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۵۲۱	۱۰۴۲	۲۰۸۳
روی	۰/۱۵	۱/۸	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۱۳۹	۲۷۸	۵۵۶
سرب	۰/۰۵	۰/۶۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۸۳۳	۱۶۶۷	۳۳۳۳

*ظرفیت تبادل کاتیونی (Cation Exchange Capacity) بر حسب میلی اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خاک می‌باشد.

۴-۵-۱- اثرات سوء بر منابع آب

استفاده از این منابع، به ویژه زه‌آب‌های کشاورزی می‌تواند باعث افزایش شوری منابع آب گردد. در چند سال اخیر علاوه بر شاخص شوری، وجود عناصر سنگین و سمی چون سلیوم، مولیبدن و آرسنیک در آب‌های زهکشی سبب آلودگی منابع آب و افزایش هزینه تصفیه این منابع گردیده است. از اثرات سوء دیگر در این زمینه احتمال آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی به نیترات بواسطه غلظت بالای عناصر مغذی (N و P) در پساب‌ها و آب‌های برگشتی می‌باشد [۵۲]، [۳۹].

نفوذ عناصر مغذی به آب‌های سطحی (رودخانه‌ها و دریاچه‌ها) موجب رشد سریع گیاهان در آنها می‌گردد که به دلیل افزایش مصرف اکسیژن توسط آنها (به‌خصوص جلبک‌ها)، موجب کاهش اکسیژن و مرگ و میر آبزیان می‌گردد [۵]. زه‌آب‌های کشاورزی از نظر مقدار، بیش‌ترین رقم را دارا بوده و عمده‌ترین آلاینده‌های آنها شامل سموم، رسوبات، مواد مغذی (ازت و فسفر) و عوامل بیماری‌زا می‌باشد. شایان ذکر است استفاده غیراصولی از این منابع با توجه به کیفیت آنها عوارض سویی را بر منابع آب، به ویژه زیست‌بوم‌های آبی به دنبال خواهد داشت.

تری‌هالومتان‌ها (THMs) یکی از مهم‌ترین محصولات جانبی ناشی از گندزدایی پساب خروجی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب محسوب می‌گردد که می‌تواند وارد منابع آب سطحی و زیرزمینی شده و با آلوده‌سازی این منابع موجب بروز عوارض سوء بهداشتی در کبد، کلیه و نیز سیستم اعصاب مرکزی، تاثیر بر قابلیت تولید مثل، بروز ناهنجاری‌های مادرزادی، بروز اثرات سوء در سیستم گردش خون و شیمی خون گردد. در سال ۱۹۷۵ تری‌هالومتان‌ها از سوی آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA)^۱ به عنوان یک ماده سرطان‌زا برای انسان معرفی گردید و در گروه A مواد سرطان‌زا قرار گرفت و بدنبال آن سازمان جهانی بهداشت نیز ضرورت عدم وجود آنها را در آب آشامیدنی مورد تاکید قرار داد. با توجه به روش مرسوم ضدعفونی پساب خروجی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و آب (که عمدتاً به‌صورت کلرزنی می‌باشد) و همچنین امکان نفوذ پساب‌ها به منابع تامین‌کننده آب شرب، توجه به اثرات احتمالی این ترکیبات حایز اهمیت می‌باشد. با توجه به مخاطرات ناشی از تری‌هالومتان‌ها، آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا حداکثر مقدار قابل قبول این ترکیبات را در آب شرب در سال ۱۹۹۸ از ۱۴۰ به ۸۰ میکروگرم در لیتر تقلیل داده است؛ حد مجاز تری‌هالومتان‌ها در آب شرب کانادا معادل ۱۰۰ میکروگرم در لیتر اعلام شده است [۹۸].

۴-۲-۵-۲- اثر بر اراضی و زیست بوم‌های بیابانی

مهم‌ترین عامل محدودکننده استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی، به ویژه زه‌آب‌های کشاورزی در احیا اراضی و زیست بوم‌های بیابانی، شوری این منابع می‌باشد، که با مدیریت مناسب می‌توان بر این مشکل فائق آمد. ۲۵ سال است که در صحرای نگوو^۲ فلسطین اشغالی از آب شور برای آبیاری محصولات زراعی استفاده می‌شود. استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای، کشاورزی در این بیابان را ممکن ساخته به طوری که امروزه می‌توان از تپه‌های ماسه‌ای به عنوان اراضی زراعی و از آب‌های شور به عنوان منابع آب آبیاری استفاده نمود. به دلیل خروج آسان زه‌آب و آب‌شویی سریع املاح از شن‌زارها، تنش آب در این خاک‌ها ناچیز است و از این بابت دارای مزیت ویژه‌ای می‌باشند. به منظور غلبه بر معضل کاهش عملکرد، از آبیاری مکرر یا چند دفعه در روز (آبیاری پالسی) استفاده می‌شود.

۴-۲-۶- بررسی اثرات بر حیات وحش و آبزیان

یکی از مصارف پساب‌ها و آب‌های برگشتی، استفاده مستقیم و غیر مستقیم برای حیات وحش و پایداری محیط زیست می‌باشد. مواد سمی موجود در پساب‌ها و آب‌های برگشتی، میکرو ارگانیسم‌های بیماری‌زا در پساب‌های خانگی و سموم شیمیایی و آفت‌کش‌ها در زه‌آب‌های کشاورزی برای حیوانات، به ویژه آبزیان سمی بوده و سلامت آنها را به خطر می‌اندازد.

1- U.S.Environmental Protection Agency

2- Negev

همچنین استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی آلوده به فلزات سنگین، برای آبیاری محصولات علوفه‌ای موجب انتقال و تجمع این فلزات در محصولات نهایی و در نهایت ایجاد مخاطرات بهداشتی برای حیوانات و انسان خواهد گردید. همچنین استفاده از پساب‌هایی با آلودگی میکروبی برای آبیاری گونه‌های علوفه‌ای، علاوه بر مخاطرات بهداشتی برای کارگران می‌تواند باعث انتقال آلودگی به احشام و دام‌ها گردد. مهم‌ترین بیماری‌ها در این رابطه شامل بیماری سل، کرم کدوی گاوی (تنیاساژیناتا) و آلودگی‌های سالمونلایی می‌باشد. بیش‌ترین ریسک خطر مربوط به آلودگی‌های انگلی ناشی از کرم‌های روده‌ای است.

نفوذ زه‌آب با غلظت بالای سلیوم منطقه تحت آبیاری دره سان ژواکین کالیفرنیا به دریاچه ۴۷۰ هکتاری کسترسون که زیستگاه پرندگان آبی می‌باشد، نابودی ماهیان و کاهش باروری پرندگان این منطقه را سبب شده است [۳۴].

۴-۳- جمع‌بندی کلی

ایران به عنوان یکی از کشورهای خاورمیانه با کمبود آب و کاهش منابع آب تجدید شونده مواجه بوده و در این راستا متولیان امر، پالایش و استفاده مجدد از پساب‌های شهری و صنعتی و همچنین آب‌های برگشتی را به عنوان منابعی جدید برای جبران بخشی از این کمبودها مورد توجه قرار داده‌اند.

بررسی تجارب جهانی نشان می‌دهد که با توجه به کمبود آب، استفاده از این پساب‌ها و آب‌های برگشتی به عنوان یک منبع ارزشمند آب مطرح بوده و با گذشت زمان اهمیت آن بیش‌تر خواهد شد. در صورت استفاده صحیح و رعایت استانداردها و ضوابط مربوط از اثرات سودمندی همچون حفاظت کمی و کیفی از منابع آب، جلوگیری از آلودگی منابع آب، کاهش نیاز به استفاده از کودهای شیمیایی، احیا اراضی بیابانی، منافع اقتصادی و امکان استفاده در مصارف صنعتی برخوردار می‌باشد. در زمینه اثرات منفی، توجه به اثرات آنها بر کیفیت محصولات، کیفیت خاک، وضعیت آلودگی منابع آب و سلامتی انسان‌ها از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد.

در مجموع برآیند بررسی‌های به عمل آمده از تجارب جهانی حاکی از آن است که استفاده پایدار از پساب‌ها و آب‌های برگشتی، به ویژه در کشورهای در حال توسعه مستلزم تدوین چارچوب‌ها و ضوابطی است که در آن توجه به پیامدهای زیست‌محیطی، بهداشتی، اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی مربوط و در نظرگیری متغیرهای زمانی همچون سطح تکنولوژی، وضعیت اقتصادی و نیروی کار از جایگاه خاصی برخوردار است جمع‌بندی اثرات سوء استفاده غیر اصولی از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در جدول (۴-۶) ارائه گردیده است.

جدول ۴-۶- اثر ترکیبات مختلف موجود در پساب‌ها و آب‌های برگشتی بر روی خاک، گیاه و دام‌ها [۹۱]

پارامتر	غلظت در آب آبیاری	تأثیر روی خاک	تأثیر روی گیاه	تأثیر بر دام‌ها
نیتروژن	فاضلاب شهری با غلظت از ۸۵-۲۰ میلی گرم به لیتر	مشکلات اسیدی شدن خاک که طی استفاده از کودهای شیمیایی حاصل می‌شود مشاهده نگردیده است.	میزان و کیفیت افزایش حاصلخیزی خاک بستگی به ترکیب خاک، نوع خاک و محصولات دارد. بروز مشکلات با غلظتی بیش از ۳۰ میلی گرم در لیتر $N-NO_3$ زیاد می‌شود.	اثری گزارش نشده است
	فاضلاب با غلظت نیتروژن بیش از ۳۰ میلی گرم بر لیتر	اثری گزارش نشده است	می‌تواند باعث افزایش رشد گونه‌ها گردیده و کاهش میزان محصول در غلات و هم‌چنین میزان قند در چغندر قند و نیشکر گردیده و هم‌چنین ممکن است باعث افزایش رشد بخش سبز گیاه نسبت به بخش میوه آن شده و باعث تأخیر در رسیدن میوه‌ها نیز شود.	با توجه به این که علوفه غذای اصلی گاو محسوب می‌شود می‌تواند بیماری (کزاز عضلات) ^۱ گردد که به علت عدم تعادل در غلظت نیتروژن، پتاسیم و منیزیم حاصل می‌شود.
فسفر	فاضلاب شهری با غلظت فسفر بین ۲۰-۶ میلی گرم بر لیتر	اثری گزارش نشده است	باعث افزایش حاصلخیزی می‌شود.	-
	فاضلاب شهری با غلظت فسفر بیش از ۲۰ میلی گرم بر لیتر	اثری گزارش نشده است	باعث کاهش مس، آهن و روی قابل دسترسی در خاک‌های قلیایی می‌شود	-
پتاسیم	اگر به میزان متعارف در فاضلاب شهری باشد	اثری گزارش نشده است	باعث افزایش میزان محصول تولیدی می‌شود	-
	اگر بیش از میزان نرمال در فاضلاب شهری باشد	اثری گزارش نشده است	باعث افزایش میزان محصول تولیدی می‌شود	-
بر (در فاضلاب از دامنه غلظت متفاوتی برخوردار بوده و بستگی به کیفیت آب شرب مصرفی و آلاینده‌های ورودی به آب دارد)	فاضلاب ۷-۰/۳ میلی گرم بر لیتر	اثری گزارش نشده است.	اثر روی گیاهان بسیار حساس با غلظتی معادل ۰/۷۵-۰/۵ میلی گرم بر لیتر اثر بر روی گیاهان حساس با غلظت معادل ۱-۰/۷۵ میلی گرم بر لیتر اثر بر روی گیاهان با حساسیت متوسط با غلظتی معادل ۴-۲ میلی گرم بر لیتر	-
	فاضلاب با بیش از ۳ میلی گرم بر لیتر	باعث شوری خاک شده و با توجه به شرایط زهکشی خاک بر پارامترهای دیگر نیز تأثیرگذار خواهد بود.	بر روی گونه‌های با حساسیت متوسط (۴-۲ میلی گرم بر لیتر)، مقاوم (۴-۶ میلی گرم بر لیتر) و بر روی گیاهان بسیار مقاوم (۶-۱۵ میلی گرم بر لیتر) اثر می‌گذارد.	-
مواد آلی	فاضلاب شهری با غلظت BOD ۴۰۰-۱۱۰ میلی گرم در لیتر	باعث بهبود فعالیت زیستی و افزایش حاصلخیزی خاک، بهبود ظرفیت نگهداری و ساختار خاک و افزایش عناصر مغذی آن می‌شود. باعث تشدید شوری می‌شود. با توجه به ترکیب شیمیایی، نوع کاربری خاک و اجزای خاک می‌تواند باعث آزاد شدن املاح، نیتروژن و فلزات شود	اثری گزارش نشده است	اثری گزارش نشده است
	با غلظت بیش‌تر از حد متعارف موجود در فاضلاب*	آبیاری مداوم با فاضلاب در غلظت بالای مواد آلی باعث گرفتگی خلل و فرج خاک و فراهم آوردن شرایط بی‌هوای در خاک و در محیط ریشه می‌گردد.	-	-

ادامه جدول ۴-۶- اثر ترکیبات مختلف موجود در پساب‌ها و آب‌های برگشتی بر روی خاک، گیاه و دام‌ها [۹۱]

پارامتر	غلظت در آب آبیاری	تأثیر روی خاک	تأثیر روی گیاه	تأثیر بر دام‌ها
شوری (با توجه به کیفیت آب مصرفی در شرب و تخلیه منابع مختلف، دارای غلظت‌های متغیری می‌باشد)	فاضلاب با: TDS: ۲۵۰-۸۵۰ میلی‌گرم بر لیتر هدایت الکتریکی کمتر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر SAR: ۵-۹ سدیم کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر	در کوتاه مدت اثری مشاهده نشده است. در طولانی مدت باعث شوری می‌شود که میزان آن به فواصل آبیاری و زه‌کشی خاک بستگی دارد.	باعث بروز مشکلاتی در گیاهان حساس با TDS: ۲۰۰-۴۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و هدایت الکتریکی ۳-۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر می‌گردد. با هدایت الکتریکی بین ۵-۸ دسی‌زیمنس بر متر، در گیاهانی که حساس نیستند مشکلی مشاهده نشده است. در خاک‌شور، گیاه نمک بیش‌تری جذب کرده و آسیب به محصولاتی مانند انگور در بعضی کشورها می‌شود.	-
قلیابیت (کربنات و بی‌کربنات)	فاضلاب با: TDS: بیش از ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هدایت الکتریکی کمتر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر SAR > ۸ (نسبت جذب سدیم سدیم بیش از ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر	باعث تخریب ساختمان خاک و کاهش ظرفیت خاک در انتقال آب و هوا می‌شود. میزان تأثیر آن به گیاه بستگی به هدایت الکتریکی، مقدار SAR ^۱ ، وضعیت آبیاری و میزان زه‌کشی خاک دارد.	سدیم اگر به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر باعث کاهش محصول در گیاهان حساس می‌شود. نسبت جذب سدیم با بیش از ۳، بر روی گیاه اثر گذاشته که این میزان اثر بستگی به هدایت الکتریکی خاک دارد. شوری زیاد باعث کاهش محصول تولیدی می‌شود.	-
قلیابیت	فاضلاب با قلیابیت ۲۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم کربنات کلسیم بر لیتر	اثری گزارش نشده است.	اثری گزارش نشده است.	اثری گزارش نشده است.
(کربنات و بی‌کربنات)	فاضلاب با قلیابیت بیش از ۵۰۰ میلی‌گرم کربنات کلسیم بر لیتر	در غلظت‌های بالای حد تعادل در خاک باعث رسوب کلسیم و تأثیر منفی بر روی ساختمان خاک می‌شود.	در آب و هوای گرم بی‌کربنات‌ها باعث سوختگی برگ می‌شود.	اثری گزارش نشده است.
فلزات	فاضلاب شهری یا پساب‌های صنعتی بدون غلظت بالای فلزات	آلودگی خاک در طول زمان در لایه سطحی افزایش می‌یابد؛ که این عامل وابسته به pH، مواد آلی و زمان آبیاری دارد. فلزات در خاک به دو حالت پیوندی با ذرات خاک (ثابت) و یا به حالت آزاد (درای تحرک) هستند.	موردی از فلزات معمولی که در فاضلاب موجود است گزارشی نشده است.	اثری گزارش نشده است.
فلزات	فاضلاب شهری یا پساب‌های صنعتی با غلظت بالای فلزات	باعث آلودگی خاک گردیده و با تمرکز در لایه سطحی می‌تواند به حد خطرناک و مسموم کننده گیاهان برسد. در موارد کاربرد زیاد می‌تواند خاک را برای کشاورزی نامناسب می‌گرداند.	باعث انتقال به محصولات زراعی و تجمع در بخش‌های مختلف آنها می‌شود. در مواردی می‌تواند میزان رشد و محصول دهی در گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد.	با انتقال به محصولات زراعی و مصرف توسط حیوانات موجب اثرات سوء بر سلامتی آنها شده و به ویژه با تجمع در بافت‌های نرم (کلیه، کبد و ...) باعث اختلال در کار این اندام‌ها می‌شود.
آلومینیوم، آهن و کادمیوم	باعث کاهش تحرک و حلالیت فسفر می‌شوند.	باعث کمبود فسفر می‌شود، سمی بوده، و میزان جذب آن با توجه به غلظت آن در خاک افزایش می‌یابد.	ممکن است موجب آسیب به حیوانات شود که البته این میزان کم‌تر از آسیب رساندن به گیاهان است، کادمیوم عمدتاً در کلیه و کبد تجمع می‌شود؛ بر روی گوشت و شیر از اثر کم‌تری برخوردار است.	-
ذرات معلق	فاضلاب شهری با غلظت ۱۰۰-۳۵۰ میلی‌گرم بر لیتر	باعث گرفتگی حفره‌های خاک می‌شود که بستگی به میزان ذرات معلق، ترکیب این ذرات و تخلخل خاک دارد. اگر حفرات خاک گرفته شود، نفوذ آب به خاک کاهش یافته و راندمان آبیاری کاهش می‌یابد.	-	-

ادامه جدول ۴-۶- اثر ترکیبات مختلف موجود در پساب‌ها و آب‌های برگشتی بر روی خاک، گیاه و دام‌ها [۹۱]

پارامتر	غلظت در آب آبیاری	تأثیر روی خاک	تأثیر روی گیاه	تأثیر بر دام‌ها
فلزات	مس	-	-	ممکن است باعث آسیب رسیدن به حیوانات شده که البته این میزان کم‌تر از آسیب رسیدن به گیاهان است، اثر سمیت آن در نشخوارکنندگان بسیار بالاتر است. با افزایش میزان دسترسی به مولیبدن مقاومت نسبت به مس افزایش می‌یابد.
	روی و نیکل	-	در غلظتی کم‌تر از حد خطرزایی برای حیوانات باعث اثر منفی بر گیاهان می‌شود. به همین دلیل گیاهان هیچ وقت دارای غلظتی در حد سمیت برای حیوانات دارا نخواهند بود.	-
	مولیبدن	-	-	ممکن است در غلظتی بسیار کم‌تر از حد خطرزایی برای گیاهان موجب اثر منفی در حیوانات گردد. باعث اثرات منفی در حیوانات مصرف کننده علوفه‌هایی با غلظت ۲۰-۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم و مس کم‌تر می‌گردد. مصرف گیاهان با میزان ۵ میلی گرم بر کیلوگرم برای حیوانات پستاندار سمی است. سمیت مولیبدن به غلظت مس و سولفات نسبت عکس دارد.
کلراید	فاضلاب با غلظت ۳۰-۱۰۰ میلی گرم بر لیتر	می‌تواند باعث شوری خاک شود، که این عامل بستگی به وضعیت آبشویی خاک و زه‌کشی آن دارد.	در غلظتی کم‌تر از ۱۴۰ میلی گرم بر لیتر اثری مشاهده نشده است.	-
	فاضلاب با غلظت بیش از ۱۴۰ میلی گرم بر لیتر	با توجه به وضعیت آبشویی و زه‌کشی خاک باعث شوری خاک می‌شود.	در غلظت‌های بالای ۱۴۰ میلی گرم بر لیتر اثرات بروز می‌کند. در غلظت‌های بالای ۳۵۰ میلی گرم بر لیتر اثرات مشهود است. و موجب سوختن برگ‌ها در گیاهان حساس (گیاهان چوبی) در صورت آبیاری به روش بارانی می‌شود.	-
مواد آلی سمی	-	در طولانی مدت ممکن است ترکیبات و بخش‌های قابل تجزیه زیستی سموم و آفت‌کش‌ها در خاک تجزیه شده ولی سایر بخش‌ها و ترکیبات مانند فلزات سنگین تجمع یافته و در خاک باقی بماند.	به طور کلی ترکیباتی با جرم ملکولی بالا قابل جذب برای گیاه نمی‌باشد. اگر در آب آبیاری وجود داشته باشند و محصولات کشاورزی با آب در تماس مستقیم باشد می‌تواند باعث آلودگی آنها شود. غلظت این مواد در فاضلاب معمولی به حدی پایین است که اثری مشاهده نمی‌شود.	-
pH	پساب‌های شهری با ۷-۷/۴ pH:	اثری گزارش نشده است.	-	-
	فاضلاب با pH خارج از محدوده ۶/۵-۸/۵	اگر قلیاییت خاک در حدی نباشد که pH را بالای ۶/۵ نگه دارد، ممکن است باعث انحلال فلزات موجود در خاک گردد. در pH کم‌تر از ۸/۵ آلومینیوم می‌تواند محلول شود و باعث فروپاشی خاکدانه‌های خاک گردد و هم‌چنین موجب کاهش بخش فرار ترکیبات نیتروژنی گردد.	اثر آن بستگی به حلالیت فلزات دارد: و حلالیت فلزات نیز تابع pH می‌باشد.	-

فصل ۵

بررسی چارچوب‌ها و معیارهای

قانونی و استانداردهای مربوط به

استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های

برگشتی

۵-۱- کلیات

بی‌تردید استفاده غیراصولی از آب‌های برگشتی و پساب‌ها، علاوه بر دارا بودن پیامدهای زیست‌محیطی، می‌تواند موجب آلودگی منابع آب و خاک در سطح کشور گردد. با توجه به اهمیت موضوع، قانون‌گذاران و دولتمردان کشورهای مختلف به اقدامات گوناگونی دست زده‌اند تا از آلودگی‌ها و تغییر منفی کیفیت منابع آب جلوگیری نمایند. در این بخش در مرحله اول مهم‌ترین قوانین و مقررات مرتبط با موضوع بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه استانداردها و مقررات معتبر داخلی و خارجی مرتبط با موضوع استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در گروه‌های متمایز جمع‌بندی و مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۵-۲- بررسی و جمع‌بندی معیارها و قوانین مربوط

در این بخش ابتدا قوانین و معیارهای مربوط به استفاده از این منابع مورد بررسی و تجزیه و تحلیل گرفته و در ادامه استانداردهای مرتبط با موضوع استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در دو بخش داخلی و خارجی جمع‌بندی و ارائه شده است. لازم به ذکر است با توجه به این که در زمینه مورد بحث برخلاف استانداردهای کیفی، کشورهای مختلف قوانین متفاوتی دارند، امکان بررسی قوانین کشورهای مختلف میسر نگردیده و تنها قوانین داخلی بررسی شده است. در سطح قوانین کلان کشوری، مهم‌ترین قوانین مرتبط با موضوع بهره‌برداری از آب‌های برگشتی و پساب‌ها به شرح ذیل می‌باشند:

- اصل پنجاهم قانون اساسی
- قانون توزیع عادلانه آب
- قانون حفاظت و بهسازی محیط‌زیست
- قانون مجازات اسلامی
- قانون برنامه چهارم توسعه
- آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی منابع آب
- دستورالعمل اجرایی تخصیص آب
- بخشنامه و شیوه‌نامه استفاده از آب‌های بازیافتی (شیوه‌نامه استفاده مجدد از آب‌های بازیافتی مورخ ۸۰/۲/۹ تهیه و با شماره ۴۵۸۶/۳۱/۱۰۰ و بخشنامه شماره ۸۷۵۱۲/۷۰۰ مورخ ۸۶/۱۱/۸)
- با توجه به اهمیت بند آخر (بخشنامه و شیوه‌نامه) این بند جداگانه مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد.

۵-۲-۱- شیوه‌نامه استفاده مجدد از آب‌های بازیافتی

با توجه به محدودیت روز افزون منابع آبی کشور و ضرورت بهره‌گیری و استفاده مجدد از این منابع، شیوه‌نامه مذکور در مورخ ۸۰/۲/۹ تهیه و با شماره ۴۵۸۶/۳۱/۱۰۰ برای اجرایی شدن ابلاغ گردید، برخی از مزایا و معایب شیوه‌نامه مذکور به شرح ذیل می‌باشد:

- تعیین متولی تصمیم‌گیری درباره تخصیص و نحوه بهره‌برداری مناسب از پساب‌های تصفیه شده و همچنین آب‌های برگشتی

- الزام کلیه شرکت‌های آب منطقه‌ای به تهیه و تدوین برنامه‌های مناسب بهره‌برداری از این منابع از جمله استفاده مجدد در کشاورزی یا تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها، جابه‌جایی تخصیص و حفظ محیط‌زیست
- شناسایی کمی و کیفی در مورد کلیه پساب‌های تصفیه شده شهری، روستایی و واحدهای بزرگ صنعتی مجاری آب برگشتی از مصارف آب کشاورزی و همچنین فاضلاب خام ناشی از مصارف مختلف
- تهیه شناسنامه کمی و کیفی و توزیع زمانی استفاده از پساب‌ها برای کلیه پساب‌های شناسایی شده در محدوده تحت پوشش هر شرکت آب منطقه‌ای
- عدم تحویل پساب‌های تصفیه شده با کیفیت نامناسب از واحدهای تولید کننده حسب تشخیص شرکت‌های آب منطقه‌ای که در جهت جلوگیری از ورود آلودگی به منابع آبی می‌باشد.
- دستیابی به منابع آبی جدید جهت تخصیص به مصارف غیرحساس با کیفیت بالا
- تهیه بانک اطلاعاتی تخصیص آب شامل فهرست تخصیص از منابع، تقاضاهای رسیدگی شده میزان آب تخصیص داده شده برای متقاضیان به همراه توزیع ماهانه آنها
- الزام شرکت‌های آب منطقه‌ای به ارسال گزارش‌های عملکرد هر شش ماه یکبار در خصوص اجرای شیوه‌نامه مذکور
- این شیوه‌نامه علیرغم نقاط قوت قابل توجه، به دلیل عدم تعریف فرایند فعالیت‌های مورد نیاز در جهت اجرای بهینه، فقدان بسترهای لازم و عدم تعیین متولی مشخص در زمینه مدیریت پساب و بین بخشی بودن فعالیت‌های مرتبط با استفاده از این منابع از کاستی‌هایی نیز برخوردار بوده و مشکلات و تنگناهای متعددی را پیش روی دست‌اندرکاران و متولیان امر قرار داد.

۵-۲-۲- بخشنامه شماره ۸۷۵۱۲/۷۰۰ مورخ ۸/۱۱/۸۶

این بخشنامه دارای پنج پیوست به شرح زیر می‌باشد که به اختصار نقاط ضعف و قوت هر یک ارائه می‌شود:

۵-۲-۲-۱- پیوست شماره یک بخشنامه شماره ۸۷۵۱۲/۷۰۰

فهرست خدمات مطالعات مرحله توجیهی طرح‌های فاضلاب و آب‌های سطحی

نقاط قوت: نقاط قوت این بخشنامه شامل موارد زیر است:

- توجه به برنامه استفاده نهایی از پساب تولیدی و شناسایی مصرف کنندگان بالفعل و بالقوه
- توجه به الزامات کمی- کیفی مصرف کنندگان از پساب
- توجه به ضرورت مطالعات اجتماعی فرهنگی و اقتصادی و لحاظ کردن آن در برنامه مطالعات
- توجه به ضرورت مطالعات زیست محیطی و لحاظ کردن آن در برنامه مطالعات
- جامع‌نگری در مطالعات

نقاط ضعف: نقاط ضعف این بخشنامه شامل موارد زیر است:

- عدم توجه به برنامه استفاده مجدد از پساب به عنوان عاملی مهم در مکانیابی محل تصفیه‌خانه
- این دستورالعمل برای فاضلاب‌های خانگی کاربرد داشته و سایر منابع آب غیر متعارف از جمله فاضلاب‌های شهری و صنعتی را در بر نمی‌گیرد.

۵-۲-۲- پیوست شماره دو بخشنامه شماره ۸۷۵۱۲/۷۰۰

راهنمای مطالعات طرح‌های استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده شهری و روستایی

نقاط قوت: نقاط قوت این بخشنامه شامل موارد زیر است:

- توجه به مصارف مختلف در زمینه استفاده مجدد از پساب‌ها
- توجه به شاخص‌های بهداشتی و زیست محیطی
- توجه به مسایل و شاخص‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی
- توجه به روش‌های انتقال پساب به مراکز مصرف
- توجه به برنامه پایش و ارائه ساختار سازمانی
- توجه ویژه به استفاده از پساب‌ها در کشاورزی و به تفکیک محصولات مختلف

نقاط ضعف: نقاط ضعف این بخشنامه شامل موارد زیر است:

- این شیوه‌نامه عمدتاً بر استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده خانگی تمرکز دارد و سایر منابع آب غیرمعارف را شامل نمی‌شود.
- عدم شفافیت و تعیین وظایف دقیق برای نهادها و ارگان‌های مرتبط با برنامه استفاده از فاضلاب تصفیه شده
- عدم معرفی و تعیین استانداردهای مربوط به سایر مصارف؛ علیرغم در نظر گیری مصارف مختلف
- عدم شفاف سازی ممانعت از هر گونه بهره‌برداری توسط واحدهای صنعتی یا دیگر سازمان‌ها از پساب‌ها

۵-۲-۳- پیوست شماره سه بخشنامه شماره ۸۷۵۱۲/۷۰۰

فهرست خدمات مطالعات طرح‌های استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده شهری و روستایی

نقاط قوت: نقاط قوت این بخشنامه شامل موارد زیر است:

- جامع‌نگری تهیه فهرست خدمات مطالعات
- توجه به مصارف مختلف در زمینه استفاده مجدد از پساب‌ها
- توجه به شاخص‌های بهداشتی و زیست محیطی
- توجه به مسایل و شاخص‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی
- توجه به روش‌های انتقال پساب به مراکز مصرف
- توجه به برنامه پایش و آموزش

نقاط ضعف: نقاط ضعف این بخشنامه شامل موارد زیر است:

- این شیوه‌نامه عمدتاً بر استفاده از پساب‌های تصفیه شده تمرکز داشته و سایر منابع آب غیرمعارف را شامل نمی‌شود.
- عدم تعریف ساز و کار مناسب برای ممانعت از هر گونه بهره‌برداری توسط واحدهای صنعتی یا دیگر سازمان‌ها از پساب‌ها

۵-۲-۴- پیوست شماره چهار بخشنامه شماره ۸۷۵۱۲/۷۰۰

قرارداد (پیمان) همسان فروش پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب

نقاط قوت: نقاط قوت این بخشنامه شامل موارد زیر است:

- قانون‌مند کردن فروش پساب و مشخص شدن ساختار و متولی مربوط

نقاط ضعف: نقاط ضعف این بخشنامه شامل موارد زیر است:

- در نظریه‌پردازی حداکثر سه پارامتر از استانداردهای مورد نظر در نظام‌نامه پایش برای تعیین جریمه، در صورت استفاده پساب توسط مشترک، بسیار کم به نظر می‌رسد و توصیه می‌شود با توجه به اهمیت کیفیت پساب در مصارف کشاورزی از تعداد بیش‌تری از پارامترها استفاده شود.
- در این دستورالعمل مواردی به جز مصارف زراعی و همچنین تغذیه آبخوان پیش‌بینی نشده است. در صورتی که در مواردی زیادی در سطح کشور متقاضی برای مصارف صنعتی و فضای سبز و پارک‌ها و... وجود دارد.
- این شیوه‌نامه عمدتاً بر استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده خانگی تمرکز دارد و سایر منابع آب غیرمعارف از جمله زه‌آب‌های کشاورزی و پساب‌های صنعتی را شامل نمی‌شود.
- عدم تعریف ساز و کار مناسب برای ممانعت از هر گونه بهره‌برداری توسط واحدهای صنعتی یا دیگر سازمان‌ها از پساب‌ها

۵-۲-۵- پیوست شماره پنج بخشنامه شماره ۸۷۵۱۲/۷۰۰

نظام‌نامه پایش کیفی پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب

نقاط قوت: نقاط قوت این بخشنامه شامل موارد زیر است:

- تعریف ساختار سازمانی مناسب برای پایش کیفی پساب با دخیل نمودن ادارات و ارگان‌های ذیربط و ذینفع و تعریف وظایف سازمانی، نحوه گردش کاری، نظارت و ...
- نظام‌مند کردن پایش کیفی پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری
- حذف فعالیت‌های موازی در دستگاه‌های ذیربط

نقاط ضعف: نقاط ضعف این بخشنامه شامل موارد زیر است:

- عدم در نظرگیری برنامه پایش برای مصارف غیر زراعی
- با توجه به تاثیر کلرزنی در وضعیت بهداشتی پساب و این که در بیش‌تر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب عمل کلرزنی پساب خروجی به طور کامل انجام نمی‌شود، تعیین میزان کلر باقی مانده در پساب خروجی حایز اهمیت بوده و ضروری می‌باشد.

۵-۲-۳- تجزیه تحلیل و جمع‌بندی کلی

با توجه به قوانین و آیین‌نامه‌های مرتبط با موضوع که در قسمت‌های قبلی ذکر گردید در مقام تجزیه و تحلیل و نقد و بررسی آنها نکات و ملاحظات زیر قابل استنتاج می‌باشد:

۵-۲-۳-۱- نقاط قوت

- مطابق اصل پنجاهم قانون اساسی، حفاظت محیط زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات اجتماعی رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی می‌شود. از این رو فعالیت‌های اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیط‌زیست یا تخریب غیرقابل جبران آن ملازمه پیدا کند، ممنوع است. بنابراین اگر تخلیه فاضلاب‌ها و پساب‌های مختلف به محیط به عنوان یک منبع آلوده‌کننده محسوب شود، برنامه‌ریزی بهره‌برداری از این منابع یکی از موضوع‌های مرتبط با اصل پنجاهم قانون اساسی به شمار می‌آید.

- در قانون توزیع عادلانه آب، که در واقع مرجع اغلب قوانین مرتبط با مدیریت منابع آب می‌باشد، فاضلاب‌ها و آب‌های برگشتی به عنوان یکی از منابع آبی برشمرده شده‌اند. بنابراین در این قانون مسوولیت سازمانی وزارت نیرو در مدیریت این منابع به‌طور صریحی تعیین شده است. بر اساس ماده ۲۴ قانون توزیع عادلانه آب، منابع آب تحت مدیریت وزارت نیرو از نظر صدور مجوز بهره‌برداری در هشت گروه زیر طبقه‌بندی گردیده است:

- آب‌های عمومی که بدون استفاده مانده باشد.
- آب‌هایی که بر اثر احداث تاسیسات آبیاری و سدسازی و زهکشی و غیره به دست می‌آیند
- آب‌های زاید بر مصرف که به دریاچه‌ها، دریاها و انهار می‌ریزند
- آب‌های حاصل از فاضلاب
- آب‌های زاید از سهمیه شهری
- آب‌هایی که در مدت مندرج در پروانه به وسیله دارنده پروانه و یا جانشین او به مصرف نرسیده باشند
- آب‌هایی که پروانه استفاده از آن به علل قانونی لغو شده باشد
- آب‌هایی که بر اثر زلزله یا سایر عوامل طبیعی در منطقه ظاهر می‌شود
- در دستورالعمل اجرایی تخصیص آب و بخشنامه و شیوه‌نامه استفاده از آب‌های بازیافتی به استناد قانون توزیع عادلانه آب، به بهره‌برداری از منابع آب برگشتی و پساب‌ها در راستای ایجاد تعادل منطقی و پایدار، بین عرضه و تقاضا با رعایت ملاحظات محیط زیستی و مدیریت توامان کمی و کیفی آب اشاره دارد. بنابراین ملاحظه می‌گردد، بهره‌برداری از منابع آب برگشتی و پساب‌ها در قانون تعریف گردیده و در این راستا اصل موضوع قابل پذیرش می‌باشد.
- در زمینه چگونگی استفاده از این منابع با رعایت ملاحظات محیط زیستی، در مواد قانونی متعددی به شرح ذیل، به این مهم پرداخته شده است:

- ماده ۴۶ قانون توزیع عادلانه آب
- مواد ۱ و ۹ قانون حفاظت بهسازی محیط‌زیست
- ماده ۶۸۸ قانون مجازات - تعزیرات اسلامی
- ماده ۲۰ قانون برنامه چهارم توسعه
- مواد ۲ و ۳ آیین‌نامه اجرایی جلوگیری از آلودگی آب

با عنایت به مراتب فوق، ملاحظه می‌گردد که مسوولیت نظارت حاکمیتی بر نحوه تخلیه فاضلاب‌ها به ویژه از دیدگاه محیط زیستی به سازمان حفاظت محیط‌زیست محول گردیده و از دیدگاه بهداشت و سلامت عمومی نیز علاوه بر سازمان حفاظت محیط‌زیست و وزارت بهداشت نیز دارای جایگاه نظارتی و مرجع تشخیص مجاز بودن بهره‌برداری از این منابع شده است. بنابراین ظرفیت‌های قانونی موجود تولید تخصیص و بهره‌برداری از آب‌های برگشتی و پساب‌ها را به وزارت نیرو محول نموده ولی از دیدگاه

نظارتی و بهداشتی دو مرجع اصلی سازمان حفاظت محیط‌زیست و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی دارای نقش تعیین‌کننده‌ای می‌باشند که در این میان سازمان حفاظت محیط‌زیست دارای مسوولیت و نقش بارز و کلیدی‌تری می‌باشد.

۵-۲-۳-۲- نقاط ضعف

اولین اشکالی که بر اغلب قوانین و مقررات موجود وارد است قدیمی بودن آنها می‌باشد. تحولات و دگرگونی در اشکال جدید آلودگی‌ها از سوی صنایع و کارخانه‌ها و رشد روزافزون صنایع، پیشرفت روش‌های مبارزه با آلودگی، تجربیات کشورهای دیگر و تغییر و تحول در زمینه به‌کارگیری انواع مجازات‌های موثر در حوزه‌های مختلف جرایم و مجرمین از جمله نکاتی است که باید در تدوین قوانین و مقررات مربوط به آلودگی آب، مورد لحاظ قانون‌گذاران قرار گیرد. این همه موجب می‌شود که قوانین و مقررات در این زمینه به صورت مستمر مورد تجدید نظر و اصلاح قرار گیرند.

ایراد دیگر، ناچیز و یا کم بودن میزان جریمه‌های نقدی و عدم در نظر گرفتن نرخ تورم می‌باشد. به‌طوری‌که فقط در ماده (۱۱) آیین‌نامه اجرایی بند (ج) ماده ۱۰۴ قانون برنامه سوم بر مساله در نظر گرفتن نرخ تورم در محاسبه جریمه‌ها اشاره گردیده است. در برخی از موارد با جرایم به صورت نتیجه‌ای برخورد شده است. بدین معنی که وقوع جرم را منوط به حصول نتیجه‌ای از عمل انجام شده می‌دانند. به نظر می‌رسد در زمینه مسایل محیط زیست، نتیجه‌ای کردن جرایم، سیاست درستی نباشد. آلودگی و یا تخریب محیط زیست ممکن است عمداً و یا از روی بی‌مبالاتی صورت پذیرد. هرچند که باید بین این دو حالت تفاوت قایل شد، لیکن نظر به این که بسیاری از تخلفات و فعالیت‌های علیه محیط زیست از روی بی‌مبالاتی و بی‌توجهی صورت می‌پذیرد و همچنین نتیجه آن از نظر ایجاد آلودگی محیط با حالتی که از روی عمد صورت می‌گیرد، تفاوتی ندارد، لذا به نظر می‌رسد تحقق جرایم علیه محیط زیست را نباید منوط به عمدی نبودن آنها کرد. باید به دنبال مکانیزم‌ها و روش‌هایی بود که متضمن پیشگیری و جلوگیری از آلودگی آب باشند. در مجموع بهتر است که جهت‌گیری قوانین به سمت وضع قوانینی باشد که اصولاً از آلوده شدن آب جلوگیری کند. مساله کلی‌گویی و برخورد کیفی با مسایل از نواقص دیگر قوانین و مقررات موجود می‌باشد.

۵-۳-۳-۲- راهکارهای پیشنهادی

با توجه به جمع‌بندی و آنالیز تحلیلی شاخص‌های فوق‌الذکر و گستردگی و پیچیدگی قوانین و مقررات و ساختارهای سازمانی مدیریت زیست محیطی در بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی، راهکارهای پیشنهادی کوتاه‌مدت و بلندمدت ذیل جهت رفع مشکلات کنونی پیشنهاد می‌گردد:

۵-۳-۳-۱- راهکار کوتاه‌مدت

یکی از راه‌حل‌های پیشنهادی جهت برون رفت از شرایط کنونی، مبادله تفاهم نامه بین ارگان‌های ذیربط و الزام بر رعایت توافقات به عمل آمده می‌باشد. برای این منظور نیاز است که دست‌اندرکاران اصلی مرتبط با بحث مدیریت بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی شناسایی گردند. این شناسایی علاوه بر جنبه‌های قانونی دربرگیرنده جنبه‌های تشکیلاتی نیز می‌باشد.

۵-۲-۳-۲- راهکارهای بلندمدت

به عنوان راهکار بلندمدت ضرورت دارد تا در درجه اول وظیفه مدیریت پساب‌ها و آب‌های برگشتی مانند منابع آب شیرین در داخل وزارت نیرو و شرکت‌های تابعه نهاده شود. در این صورت مقوله بهره‌برداری از این منابع نیز به عنوان یک فعالیت جاری دستگاه تلقی خواهد شد. برای دستیابی به این مهم ضروری است که ارتباطات نظام‌مند لازم در درون مجموعه وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب ایران، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، شرکت‌های آب منطقه‌ای و شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی و همچنین سایر سازمان‌ها و وزارتخانه‌های مرتبط تنظیم گردد. در این رابطه جایگاه سازمان حفاظت محیط‌زیست به عنوان یک سازمان سیاست‌گذار، ناظر و کنترل کننده ملاحظات محیط زیستی بسیار مهم است که باید به نحو مناسبی در تنظیم روابط نظام‌مند تعریف گردد. در وضعیت مطلوب در فرایند بهره‌برداری از این منابع سازمان حفاظت محیط زیست باید در جایگاه نظارتی و کنترل ملاحظات محیط‌زیستی در نظر گرفته شود. بر این اساس سازمان باید خود را به ابزارهای مدیریتی لازم مجهز کند و تلاش کند ضمن همکاری و مشارکت با سایر نهادهای مرتبط و ایفای نقش موثر در سیاست‌گذاری‌ها، بر اجرای سیاست‌ها و قوانین نظارت کند و در این راستا اقدامات زیر ضروری به نظر می‌رسد:

- بازنگری، توسعه و تفسیر قوانین و مقررات به منظور تثبیت موقعیت سازمان حفاظت محیط زیست و یا وزارت نیرو به عنوان یک نهاد ناظر و کنترل کننده الزامات محیط‌زیستی در فرایند بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
- توسعه مبانی قانونی برای ایجاد سامانه حسابرسی محیط زیستی ملی به گونه‌ای که در نظر گرفتن منافع اقتصادی حاصل از عدم آلودگی محیط و ارزش‌گذاری اقتصادی آب بتواند توجیه‌کننده جنبه‌های اقتصادی بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی باشد.
- بازنگری آیین نامه‌ها و رویه‌های قانونی به منظور ارزیابی عملکرد آنها، رفع مشکلات احتمالی و انطباق با نقش نظارتی و سیاست‌گذاری سازمان

یکی از ارگان‌هایی که نقش کلیدی در بهره‌برداری از این منابع دارد، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی می‌باشد. براساس قوانین و مقررات، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی باید کنترل‌کننده مخاطرات احتمالی ناشی از تهدید بهداشت عمومی در بهره‌برداری از این منابع باشد. متأسفانه به دلیل محدودیت منابع آبی کشور و اجبار در بهره‌برداری از این منابع کثرت بهره‌برداری‌های بی‌برنامه و کنترل نشده، علیرغم حساسیت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی نیاز به تقویت قوانین و مقررات مرتبط با مسایل بهداشتی بوده و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی نیز باید نسبت به بررسی این مقوله بر مبنای معیارها و دستورالعمل‌های لازم اقدام نماید.

۵-۳- استانداردهای موجود در رابطه با استفاده ایمن از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

در این بخش از گزارش مهم‌ترین استانداردهای مرتبط با موضوع استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در دو بخش داخلی و خارجی جمع‌بندی و ارائه شده است. لازم به ذکر است با توجه به تنوع و کثرت استانداردهای موجود و همچنین یکسان بودن و مشابهت آنها در بعضی از استانداردها، تنها به ذکر استانداردهای مهم و معتبر اکتفا شده است. استانداردهای موجود در

گروه‌های مختلف شامل استانداردهای مربوط به مصارف آبیاری (کشاورزی - فضای سبز)، آبیاری و شیلات، شرب دام و طیور، تغذیه آب‌های زیرزمینی و صنعت طبقه‌بندی و ارائه گردیده است.

۵-۳-۱- استانداردهای داخلی

بررسی منابع و اسناد موجود نشان می‌دهد که استانداردهای داخلی در رابطه با استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی که عمدتاً بر گرفته از استانداردهای خارجی می‌باشند، شامل موارد زیر است:

- استاندارد خروجی فاضلاب‌ها-سازمان حفاظت محیط زیست ایران [۱۳]
- ویژگی‌های پساب‌های صنعتی - موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران [۳۷]
- حدود مجاز تخلیه فاضلاب‌ها به منابع آب سطحی و زیرزمینی و مصارف کشاورزی - بر اساس قانون برنامه سوم توسعه [۱].
- معیارهای ارزیابی کیفی منابع آب - دفتر بررسی آلودگی آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست [۱۴]
- استاندارد خروجی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری (پیوست شماره ۵ بخشنامه شماره ۸۷۵۱۲/۷۰۰ مورخ ۸۶/۱۱/۸، مورد توافق وزارت نیرو، بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سازمان حفاظت محیط زیست ایران می‌باشد. این استاندارد از لحاظ مقدار پارامترهای مورد نظر با استاندارد خروجی فاضلاب‌های سازمان حفاظت محیط زیست یکی بوده ولی از نظر پیرو زمانه اندازه گیری و تعداد پارامترهای اندازه گیری متفاوت است).
- استاندارد کیفی آب برای مصارف تفرجی - وزارت نیرو [۱۸]
- استاندارد کیفی آب برای مصارف صنعتی - وزارت نیرو [۱۸]

۵-۳-۱-۱- جمع‌بندی استانداردهای داخلی

- بررسی استانداردهای داخلی و مقایسه آن نشان می‌دهد که استانداردهای مذکور عمدتاً برگرفته از استانداردهای مشابه خارجی می‌باشند.
- استاندارد دفع فاضلاب ارائه شده از طرف سازمان حفاظت محیط زیست شامل استانداردهای مربوط به دفع پساب‌های حاصل از تصفیه فاضلاب به منابع آب سطحی، زیرزمینی و همچنین استفاده مجدد در مصارف کشاورزی می‌باشد. این استاندارد در برگرنده اکثر پارامترهای کیفی اعم از فیزیکی، شیمیایی، میکروبیولوژیکی و فلزات سنگین می‌باشد. برای استفاده از پساب‌ها در مصارف زراعی و همچنین دفع در منابع آب سطحی و زیرزمینی تا کنون از این استاندارد استفاده می‌شود.
 - استاندارد خروجی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری (پیوست شماره ۵ بخشنامه شماره ۸۷۵۱۲/۷۰۰ مورخ ۸۶/۱۱/۸) این استاندارد مورد توافق وزارت نیرو، بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سازمان حفاظت محیط زیست ایران بوده و از لحاظ مقدار پارامتر مورد نظر با استاندارد خروجی فاضلاب‌های سازمان حفاظت محیط زیست یکی بوده ولی از نظر پیرو زمانه اندازه گیری و تعداد پارامترهای اندازه گیری متفاوت است.
 - استاندارد ارائه شده از طرف موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران شامل استانداردهای مربوط به مصارف مجدد پساب‌ها جهت مصارف شرب دام، دفع در منابع آب سطحی و زیرزمینی و مصارف کشاورزی می‌باشد. این استاندارد در دو بخش دفع در منابع آب سطحی و زیرزمینی تاحد زیادی از استاندارد ارائه شده از طرف سازمان حفاظت محیط زیست تبعیت می‌کند؛ ولی در مورد استفاده در کشاورزی گامی فراتر رفته و دو حالت استفاده به صورت نامحدود برای هر خاک و مصرف تا مدت

- ۲۰ سال در خاک‌های سبک را در نظر گرفته است. استاندارد ارائه شده بر اساس برنامه قانون سوم توسعه مجموعه و جمع‌بندی از دو استاندارد قبلی است که در راستای دستیابی به اهداف تعیین شده در برنامه سوم توسعه تدوین گردیده است.
- در راستای ارزیابی کیفی منابع آب، دفتر بررسی آلودگی آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست در سال ۱۳۸۰ در دستورالعملی تحت عنوان معیارهای ارزیابی کیفی منابع آب، حداکثر میزان مجاز برخی عناصر، فاکتورها، مواد و ترکیبات سمی موجود در آب را جهت مصارف مختلف ارائه نمود. تفاوت عمده این دستورالعمل با استانداردهای قبلی توجه نسبتاً زیاد به مواد و ترکیبات سمی می‌باشد. به‌طوری‌که از کل ۴۵ فاکتور در نظر گرفته شده، ۱۹ مورد آن به مواد و ترکیبات سمی، ۹ مورد به عناصر فلزی سنگین مربوط می‌باشد. تعداد ۸ عنصر از عناصر فلزی شامل آهن، جیوه، آرسنیک، روی، سرب، کادمیوم، کروم و مس جزء ۱۰ عنصر مهم توصیه شده در برنامه سیستم جهانی پایش محیط زیست (GEMS)^۱ می‌باشند. در این بین پارامترهای بهداشتی با داشتن یک مورد (تعداد کلی فرم مدفوعی) کم‌ترین سهم را دارد. در این دستورالعمل برای تمام مصارف حد مجاز یکسانی در نظر گرفته شده است و همین باعث گردیده است شرایط نسبتاً سخت‌گیرانه‌تری نسبت به استانداردهای قبلی در آن منظور شود (به جز نیترات، روی و اکسیژن که محدودیت کم‌تری برای آنها در نظر گرفته شده است).
 - جمع‌بندی استانداردهای ارائه شده در این بخش نشان می‌دهد که اغلب آنها ریشه و مبدا مشترکی داشته و عمدتاً برگرفته از استانداردهای معتبر خارجی می‌باشند. در این بین استاندارد ارائه شده از طرف سازمان حفاظت محیط زیست کشور که در سال ۱۳۷۷ با همکاری وزارتخانه‌های بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، نیرو، صنایع و معادن و فلزات و جهاد کشاورزی جهت تخلیه خروجی فاضلاب به آب‌های سطحی، چاه‌های جاذب و یا استفاده در کشاورزی تدوین گردیده با توجه به جامع‌نگری و لحاظ کردن پارامترهای مختلف و همچنین حدود متعارف غلظت‌های پیشنهادی بیش‌تر مورد توجه بوده و در دستورالعمل پایش کیفی ارائه شده از طرف وزارت نیرو برای خروجی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری (پیوست شماره ۵ بخشنامه شماره ۸۷۵۱۲/۷۰۰ مورخ ۸۶/۱۱/۸ که مورد توافق وزارت نیرو، بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سازمان حفاظت محیط زیست ایران می‌باشد. این استاندارد از لحاظ مقدار پارامتر مورد نظر با استاندارد خروجی فاضلاب‌های سازمان حفاظت محیط زیست یکی بوده ولی از نظر پریود زمانی اندازه‌گیری و تعداد پارامترهای اندازه‌گیری متفاوت است) برای پایش کیفی مورد استناد قرار گرفته است.
 - نکته مهمی که در اغلب این استانداردها به چشم می‌خورد عدم توجه و یا کم‌توجهی به بار ورودی آلایندها به رودخانه می‌باشد، در صورتی‌که با توجه به میزان جریان متفاوت رودخانه‌ها، تنها اعمال استاندارد غلظت بدون لحاظ کردن میزان جریان رودخانه می‌تواند اثرات مخربی را بر کیفیت و زیست‌بوم طبیعی رودخانه، به ویژه در رودخانه‌های با جریان کم داشته باشد.
 - استاندارد پیشنهادی آب برای مصارف تفرجی [۱۸]، با توجه به بررسی استانداردهای رایج در سطح دنیا در نشریه شماره ۴۶۲ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور (راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب خام، پساب‌ها و آب‌های

برگشتی برای مصارف صنعتی و تفرجی) با عنوان استاندارد پیشنهادی آب خام، پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف تفرجی ارائه گردید. به‌طور کلی مصارف تفرجی در دو گروه به شرح زیر قابل طبقه‌بندی می‌باشد.

الف- تفرج با تماس مستقیم با آب

این گروه به فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که تمامی بدن انسان در ارتباط با آب قرار می‌گیرد و امکان خوردن آب در آن زیاد می‌باشد. در این فعالیت‌ها به علت تماس بیش‌تر بدن با آب حساسیت نسبت به کیفیت آب بیش‌تر است. مانند شنا، موج سواری

ب- تفرج با تماس غیرمستقیم با آب

این گروه به فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که بخشی از بدن در ارتباط با آب می‌باشد و امکان خوردن آب ناچیز است، مانند قایق سواری، ماهیگیری

نشریه شماره ۴۶۲ برای کیفیت آب در مصارف صنعتی، از بررسی و جمع‌بندی استانداردها و منابع بین‌المللی و بررسی شرایط اجتماعی، فرهنگی و طبیعی برای مصارف صنعتی از پساب‌ها و آب‌های برگشتی تدوین و در نشریه شماره ۴۶۲ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور (راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب خام، پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف صنعتی و تفرجی) برای مصارف صنعتی ارائه گردید. در تدوین استاندارد مذکور موارد زیر مورد توجه بوده است:

- با توجه به تنوع صنایع و همچنین تنوع کیفیت آب مورد نیاز در صنایع مختلف، امکان ارائه استاندارد مطمئن و مناسب برای صنایع مختلف مقدور نبوده و سعی گردیده با گروه بندی صنایع برای هر گروه استاندارد کیفی مناسبی ارائه گردد.
- پارامترهایی انتخاب شده است که بیش‌ترین کاربرد را در صنایع مختلف دارا می‌باشند.
- در انتخاب شاخص‌های آب صنعتی به پارامترهایی توجه شده است که غلظت‌های بیش از حد استاندارد آنها سبب آسیب‌های جزیی تا عمده به تجهیزات و سازه‌های کارخانجات و کیفیت نامطلوب مواد تولیدی شده و برای اکثر مصارف آب صنعتی ایجاد حساسیت می‌کنند و از سوی دیگر در غلظت‌های قابل توجه در آب‌های کشور مشاهده می‌شوند.

۵-۳-۲- استانداردهای خارجی

این بخش از گزارش شامل ارائه استانداردهای خارجی مرتبط با موضوع استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی بوده و در برگیرنده استانداردها و معیارهای مختلفی است که شامل مصارف مختلف از جمله آبیاری، فضای سبز، آبی‌ری، پروری، مصارف شهری، شرب دام و طیور، تغذیه مصنوعی و... می‌باشد. استانداردهای ارائه شده در این بخش به عنوان بستر و پایه‌ای برای تکمیل استانداردها و ضوابط داخلی در مصارف مختلف از پساب‌ها محسوب شده و نتایج مربوط به صورت استانداردها و ضوابط پیشنهادی در این فصل ارائه گردیده است.

۵-۳-۱- استانداردهای مربوط به مصارف آبیاری

استانداردها و ضوابط ارائه شده در این بخش مربوط به شوری (EC)، یون‌های ویژه، کیفیت شیمیایی، شاخص‌های میکروبیولوژیکی، فلزات سنگین، استانداردهای مربوط به روش‌های آبیاری و همچنین استانداردهای مربوط به استفاده در آبیاری

فضای سبز می‌باشد که ذیلاً ارائه می‌شود. به منظور جلوگیری از حجیم شدن نشریه تنها به ذکر عنوان استاندارد و یا راهنما با ارائه مرجع مربوط اکتفا شده و از ارائه جداول مربوط خودداری شده است.

۵-۳-۱-۱-۱- استانداردهای مربوط به شوری (EC)

استانداردها و راهنماهای مرسوم در رابطه با شوری آب در مصارف زراعی به شرح ذیل می‌باشد:

- راهنمای تفسیر کیفیت آب برای آبیاری [۵۸]
 - طبقه‌بندی آب‌های شور در اتحاد جماهیر شوروی سابق [۶۷]
 - گروه‌بندی کیفیت آب برای آبیاری در کشورهای حوضه دریای آرال [۸۲]
 - راهنمای استفاده از آب‌های شور برای آبیاری در شرایطی که کربنات سدیم باقی‌مانده (RSC) ^۱ کم‌تر از ۲/۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر باشد (برای شمال غربی هندوستان) [۸۷]
 - حداکثر مجاز هدایت الکتریکی آب‌های شور برای آبیاری در الجزایر [۶۷]
 - حداکثر مجاز شوری آب (EC) برای آبیاری طبق توصیه‌های استرالیا [۵۷]
 - طبقه‌بندی پیشنهادی مهندسين مشاور یکم برای آب‌ها از نظر شوری در آبیاری [۴۳]
- راهنمای تفسیر کیفیت آب برای آبیاری که توسط FAO منتشر گردیده [۵۸]، در این راهنما خطراتی که ممکن است از کاربرد آب‌هایی با شوری‌های مختلف و غلظت معین از بعضی یون‌ها مانند سدیم ناشی شوند به چهار گروه تقسیم شده‌اند:
- عواملی که باعث کاهش قابلیت جذب آب در گیاه می‌شوند.
 - عواملی که باعث کاهش سرعت نفوذپذیری آب در خاک می‌شوند.
 - عواملی که باعث مسمومیت ناشی از غلظت یون‌های ویژه می‌شوند.

- سایر عوامل

به طوری که ملاحظه می‌شود در مورد هر خطر پارامترهای مربوط ذکر شده است و کاربر خواهد توانست با توجه به نتایج تجزیه آب نوع مشکلی را که بر اثر آبیاری احتمالاً پیش خواهد آمد، شناسایی نموده و با مدیریت مناسب عملیات زراعی و آبیاری از آن مشکل بکاهد. شایان توجه است که محدودیت‌های مربوط به هر مشکل در سه گروه (بدون محدودیت، محدودیت کم تا متوسط، و محدودیت شدید) تقسیم‌بندی گردیده است. ارائه دهندگان این راهنمای گروه‌بندی آب اظهار می‌دارند که اعداد ارائه شده ممکن است در عمل ۱۰-۲۰ درصد متفاوت باشند. به عبارت دیگر، دقت فواصل گروه‌ها همین مقدار است. افزون بر این، تاکید می‌کنند که مهارت‌های مدیریتی دیگر (مثل انتخاب درست زمان و مقدار آبیاری) می‌تواند در کاهش خطرات کاربرد آب‌های شورتر موثر باشد.

از فرضیات مهم این طبقه‌بندی این است که دست کم ۱۵٪ از آب آبیاری به صورت نفوذ عمقی از ناحیه ریشه خارج می‌شود (کسر آبشویی برابر ۱۵٪ فرض شده است). در همین ارتباط، وضعیت زهکشی خاک را هم در حد خوب در نظر گرفته‌اند و نیز فرض کرده‌اند که حداقل ۵۰٪ از آب قابل استفاده که در خاک ذخیره و نگهداری می‌شود، به مصرف گیاه خواهد رسید. این گروه‌بندی را مقایسه با آنچه که آزمایشگاه شوری ایالات متحده قبلاً مطرح کرده بود محدود بازتری دارد مثلاً، از لحاظ خطر شوری آب‌هایی را

که هدایت الکتریکی آنها تا ۳۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر است در گروهی قرار می‌دهد که محدودیت آنها کم تا متوسط است. همچنین، آب‌هایی را که نسبت جذب سدیم (SAR) بالایی دارند در صورتی که شوری آنها بیش‌تر از ۵۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر باشد، بدون محدودیت قلمداد می‌کند.

در طبقه‌بندی آب‌های شور اتحاد جماهیر شوروی سابق [۶۷]، محدوده‌هایی در مقدار غلظت نمک وجود دارد که تعریف یا ارزیابی مشخصی برای آنها در نظر گرفته نشده است. با این همه قابل توجه است که محدوده‌های آب قابل مصرف برای آبیاری گسترده‌تر از طبقه‌بندی اولیه آزمایشگاه شوری ایالات متحده است. طبقه‌بندی مزبور کاربرد جهانی نداشته و به‌صورت محدود در همان شوروی سابق و کشورهای بلوک شرق به کار گرفته می‌شود.

حوضه آبریز دریای آرال شامل کشورهای تاجیکستان، ازبکستان، بخش‌های عمده‌ای از ترکمنستان، سه استان قرقیزستان و استان‌های جنوبی قزاقستان می‌گردد (بخش‌هایی از مناطق شمالی ایران و افغانستان هم در این حوضه قرار دارند). در این کشورها، در نیمه دوم قرن بیستم گسترش بی‌رویه اراضی آبیاری شده منجر به برهم خوردن تعادل طبیعی و ترازنامه آب و نمک گردیده و شوری منابع آب و خاک را سبب شد. در تلاش برای جلوگیری از تشدید این وضع، راهنمایی گروه‌بندی کیفیت آب برای آبیاری در کشورهای حوضه دریای آرال [۸۲]، تهیه گردید که در آن برخی ویژگی‌های خاک نیز مورد توجه قرار گرفته است. این گروه بندی تنها در کشورهای مستقر در حوضه آبریز آرال کاربرد دارد.

راهنمای استفاده از آب‌های برای شمال غربی هندوستان [۸۷]، در مواردی به کار می‌رود که خطرات اثر سدیم کم بوده و کربنات سدیم باقیمانده آب از ۲/۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر کم‌تر باشد. همانطور که ملاحظه می‌شود، در این روش گیاهان به سه گروه حساس، نیمه متحمل و متحمل به شوری، تقسیم شده‌اند و حد مجاز هدایت الکتریکی آب آبیاری به تناسب این ویژگی مشخص گردیده است. بالاترین حد مجاز مصرف آب‌های شور ۱۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر است که در مناطقی با بارندگی‌های نسبتاً زیاد و خاک‌های سبک برای گیاهان متحمل به شوری توصیه شده است. در نظر گرفتن هم‌زمان شوری آب، شرایط خاک و تحمل گیاه به شوری ویژگی برجسته این طبقه‌بندی می‌باشد.

بر پایه استاندارد شوری کشور استرالیا [۵۷]، آب‌های دارای EC برابر یا کم‌تر از ۵۵۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر برای آبیاری بیش‌تر محصولات مهم قابلیت کاربرد دارند. این محدوده شوری از آن‌چه در طبقه‌بندی (۱۹۸۵) FAO مشخص شده گسترده‌تر بوده و شاهدی است بر این تفکر که می‌توان از آب‌های شورتر که در گذشته نامطلوب تلقی می‌شدند، برای تولید محصول استفاده کرد.

– جمع‌بندی استانداردهای مربوط به شوری آب در مصارف زراعی

هرچند طبقه‌بندی آب‌ها از نظر شوری با کاربرد آنها برای آبیاری و تولید محصولات گیاهی (اعم از خوراکی و غیر خوراکی) سر و کار دارد، اما مدیریت این آب‌ها در حین مصرف و شرایط محیط مصرف (مثلاً شرایط خاک) ممکن است، گروه‌بندی و انتظارات ناشی از آن را دگرگون کند. به عبارتی دیگر، ممکن است آبی از گروه کیفیتی خوب به علت مدیریت نادرست نتایج نامطلوب به بار آورد ولی آبی از گروه کیفیتی متوسط با مدیریت خوب نتایج خوشایند به دست دهد.

با توجه به این نکات روشن است که گروه‌بندی آب‌ها در بسیاری موارد برای تعیین مناسب بودن آنها ارائه نشده و توصیه هم نمی‌شود. هدف اساسی از این‌گونه طبقه‌بندی‌ها آگاهی از خطرات و زیان‌های احتمالی کاربرد آنها و اتخاذ روش‌های مدیریتی مناسب برای دستیابی به نتیجه بهینه است. در واقع هر یک از گروه‌بندی‌های معتبر مجموعه‌ای از گمانه‌ها و فرضیات را مبنای کار قرار داده و بر اساس آنها

گروه‌بندی آب‌ها را شکل می‌دهد. کاربران این گروه‌بندی‌ها می‌توانند بر مبنای فرضیات و توصیه‌های مدیریتی مناسب نه تنها انتظارات تولیدی خود را پیش‌بینی نموده و تصمیمی متناسب با آن بگیرند، بلکه با رعایت توصیه‌های مربوط از اثرات ناخوشایند زیست محیطی و تخریب منابع طبیعی بکاهند. اهمیت دیگر طبقه‌بندی کیفی آب در این است که به اتکای آن می‌توان یافته‌های تحقیقاتی و تجربی با آبی معین را از مکانی به مکان دیگر منتقل کرده و برای آب‌هایی با کیفیت مشابه به کار بست. استفاده از نتایج تحقیقاتی در زمینه کاربرد آب در صورتی مجاز و موفق خواهد بود که به گروه کیفیتی آب و شیوه مدیریت آن در حین مصرف توجه شود.

بر اساس این یافته‌ها می‌توان محدوده‌های مجاز مصرف آب شور برای تولید محصولات کشاورزی را افزایش داد و موارد کاربرد بیش‌تری برای این آب‌ها فراهم کرد. با توجه به تحقیقات مزبور و مبنای مورد عمل مراجع معتبر جهان، طبقه‌بندی جدیدی برای آب‌ها از لحاظ شوری طراحی می‌شود. گروه‌بندی مورد نظر در جدول (۵-۱) ارائه شده است. همان‌گونه که جدول مزبور نشان می‌دهد، در گروه نخست این طبقه‌بندی آب‌های غیر شور قرار دارند. این گروه شامل آب‌هایی است که محدوده تغییرات هدایت الکتریکی آنها کم‌تر از ۷۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر از بوده و کاربردهای آنها محدودیت ندارد و برای آنها مدیریت خاصی به جز انجام صحیح عملیات آبیاری ضروری نیست. شوری این آب‌ها در حدی انتخاب شده است که حتی بعد از افزایش غلظت نمک آنها در خاک تا دو برابر میزان اولیه، هنوز صدمه قابل توجهی به محصولات حساس به شوری وارد نیاید. با این وجود، از آن‌جا که به هر حال مقداری نمک با آب وارد خاک می‌شود و بخش عمده آن در خاک باقی می‌ماند، توصیه می‌شود که چنان‌چه بارندگی منطقه مورد نظر کم است ($< 250 \text{ mm}$) با انجام آبیروی زمستانه از انباشت نمک در منطقه ریشه‌جوگیری گردد. در مناطقی با بارندگی‌های بیش‌تر احتمال آبیروی نمک‌ها با آب باران زیاد است و بنابراین آبیروی اضافی ضروری نخواهد بود.

جدول ۵-۱ - طبقه‌بندی پیشنهادی برای آب‌ها از نظر شوری در آبیاری [۴۳]

نام گروه	غلظت نمک میلی گرم بر لیتر	هدایت الکتریکی میکروزیمنس بر سانتی‌متر	ملاحظات و توصیه‌ها
غیر شور ^۱	< 500	< 700	این آب‌ها در هر نوع بافت خاک برای آبیاری همه گیاهان قابل استفاده‌اند. در شرایط بارندگی کم، آبیروی زمستانه توصیه می‌شود.
کم شور ^۲	$500 - 1500$	$700 - 2500$	در خاک‌های دارای بافت سبک و متوسط بی‌خطرند. در خاک‌های رسی، آبیروی نمک‌ها و زهکشی باید انجام شود.
لب شور ^۳	$1500 - 5000$	$2500 - 8000$	در خاک‌های سبک با یک بار آبیروی زمستانه همراه باشد. در خاک‌های بافت متوسط و سنگین آبیروی نمک‌ها در هر نوبت آبیاری انجام شود و در این خاک‌ها برای محصولات حساس به شوری به کار نرود. در مرحله جوانه‌زنی، حتی‌المقدور از آب‌های غیر شور یا کم شور استفاده شود.
شور ^۴	$5000 - 8000$	$8000 - 12000$	برای گیاهان حساس به شوری در هیچ‌خاکی به کار نرود. در همه خاک‌ها آبیروی نمک‌ها همراه با هر آبیاری انجام شود. در مرحله جوانه زنی از آب‌های غیر شور و کم‌شور استفاده شود. در همه موارد از کاربرد این آب‌ها در خاک‌هایی که زهکشی خوبی ندارند خودداری گردد.
خیلی شور ^۵	$8000 - 13000$	$12000 - 20000$	فقط در موارد استثنایی (گیاهان یا ارقام مقاوم به شوری + خاک‌های سبک با زهکشی خوب) یا در شرایط اضطراری (خشکسالی) در دفعات کم استفاده از این آب‌ها مجاز است.
ابر شور ^۶	> 13000	> 20000	غیرمجاز برای آبیاری.

توضیح: محدوده‌های عددی ارائه شده در جدول تقریبی هستند. چنان‌چه نتایج تجزیه آبی تا ۵٪ بیش‌تر از حداکثر ذکر شده در هر گروه باشد می‌توان آن‌را در همان گروه قلمداد کرد.

- 1- Non-Saline
- 2- Slightly Saline
- 3- Brackish
- 4- Saline
- 5- Very Saline
- 6- Hyper Saline

۵-۳-۲-۱-۲- استانداردهای مربوط به یون‌های ویژه

استانداردها و راهنماهای مربوط به یون‌های ویژه در رابطه با کاربرد در مصارف آبیاری به شرح ذیل می‌باشد:

- طبقه‌بندی گیاهان با توجه به میزان تحمل آنها نسبت به سدیم [۷۵]
 - غلظت آستانه یون بُر برای گیاهان مختلف [۷۵]
 - آستانه غلظت در عصاره اشباع خاک و افت تولید محصولات مختلف در ازای افزایش هر میلی مول در لیتر کلرید [۷۵]
- طبق طبقه‌بندی گیاهان بر اساس میزان تحملشان نسبت به سدیم [۷۵]، گونه‌های زراعی بر اساس میزان حساسیت‌شان به یون سدیم در سه گروه حساس، نسبتاً حساس و مقاوم طبقه‌بندی شده‌اند. این طبقه‌بندی در تعیین الگوهای کشت در مواردی که پساب مورد استفاده از نظر غلظت سدیم محدودیت‌هایی داشته باشد قابل استفاده می‌باشد. براساس این طبقه‌بندی یونجه، جو، چغندر و چغندرقد از گونه‌های مقاوم به سدیم و مرکبات، ذرت علوفه‌ای، نخودفرنگی، عدس و لوبیا از گونه‌های حساس محسوب می‌شود.
- در طبقه‌بندی گونه‌های زراعی بر اساس حساسیت‌شان به عنصر بُر [۷۵]، گونه‌های زراعی در چهار گروه حساس، نسبتاً حساس، مقاوم و نسبتاً مقاوم طبقه‌بندی شده‌اند. چنان‌چه مشاهده می‌شود حساسیت گونه‌های گیاهی بیش‌تر از گونه‌های درختی می‌باشد. با توجه به تاثیر میزان غلظت بُر در تولیدات زراعی، نتایج این طبقه‌بندی در تعیین محدودیت‌های کیفی ناشی از این عنصر در استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی قابل استفاده است.

میزان کلراید موجود در محلول خاک به عنوان یکی از عوامل محدودیت‌زا در تولید محصولات زراعی محسوب می‌شود. براساس نتایج این طبقه‌بندی، براساس غلظت کلراید در محلول خاک میزان کاهش تولید محصولات قابل محاسبه بوده و نتایج حاصل در استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف زراعی مفید می‌باشد و در سطح کشور قابل استفاده است [۷۵]. در جداول (۵-۲) تا (۵-۴) استانداردهای مربوط به عناصر مذکور ارائه شده است.

جدول ۵-۲- طبقه‌بندی گیاهان با توجه به میزان تحمل آنها نسبت به سدیم [۷۵]

مقاوم	نسبتاً حساس	حساس
یونجه، جو، چغندر، چغندرقد، علف برمودایی، کتان،	هویج، مرکبات، نیشکر، یولاف، پیاز، تربچه، برنج،	مارچوبه، آجیل، لوبیا سبز، کتان، ذرت علوفه‌ای، نخود
	چاودار، سورگوم، اسفناج، سیب‌زمینی، باقلا، کندم	فرنگی، گریپ فروت، پرتغال، هلو، نارنگی، ماش،
		عدس، بادام زمینی، باقلا، لوبیا چشم بلبلی

جدول ۵-۳- آستانه غلظت در عصاره اشباع خاک و افت تولید محصولات مختلف در ازای افزایش هر میلی مول بر لیتر کلرید [۷۵]

گیاه	غلظت آستانه برای کلرید میلی مول بر لیتر	شیب افت تولید (%) به ازای هر میلی مول بر لیتر	گیاه	غلظت آستانه برای کلرید میلی مول بر لیتر	شیب افت تولید (%) به ازای هر میلی مول بر لیتر
خیار	۲۵	۱/۳	هویج	۱/۴	۱۰
گوچه فرنگی	۲۵	۱	تربچه	۱/۳	۱۰
براکلی	۲۵	۹/۰	کاهو	۱/۳	۱۰
کدو	۳۰	۶/۱	ترب	۹/۰	۱۰
توت فرنگی	۳/۳	۱۰	برنج	۲/۱	۳
لوبیا	۹/۱	۱۰	فلفل	۴/۱	۱۵
پیاز	۶/۱	۱۰	شیدر	۲/۱	۱۵
ذرت	۲/۱	۱۵	باقلا	۱۵	۱
سیب زمینی	۲/۱	۱۵	سیب‌زمینی شیرین	۱۵	۱/۱
کلم	۱۵	۱	اسفناج	۲۰	۸/۰
جعفری	۱۵	۶/۰	یونجه	۲۰	۷/۰
نیشکر	۱۵	۶/۰			

جدول ۵-۴ - غلظت آستانه یون بُر برای گیاهان مختلف [۷۵]

گیاه	غلظت آستانه بر حسب میلی مول بر لیتر	میزان حساسیت	گیاه	غلظت آستانه بر حسب میلی مول بر لیتر	میزان حساسیت
لیمو ترش	<۰/۵	بسیار حساس	آلبالو	۷/۵-۰/۵	حساس
آواکادو	۷/۵-۰/۵	حساس	آلو	۷/۵-۰/۵	حساس
گریپ فروت	۷/۵-۰/۵	حساس	انجیر	۷/۵-۰/۵	حساس
پرتقال	۷/۵-۰/۵	حساس	انگور	۷/۵-۰/۵	حساس
زرد آلو	۷/۵	حساس	گردو	۷/۵-۰/۵	حساس
هلو	۷/۵	حساس	پیاز	۷/۵-۰/۵	حساس
سیر	۱-۰/۷۵	حساس	آفتابگردان	۱-۰/۷۵	حساس
سیب زمینی شیرین	۱-۰/۷۵	حساس	لوییا	۱-۰/۷۵	حساس
گندم	۱-۰/۷۵	حساس	کنجد	۱-۰/۷۵	حساس
توت فرنگی	۱-۰/۷۵	حساس	براکلی	۱	نسبتا حساس
لوییا قرمز	۱-۰/۷۵	حساس	فلفل قرمز	۲-۱	نسبتا حساس
بادام زمینی	۱-۰/۷۵	حساس	نخود	۲-۱	نسبتا حساس
هویج	۲-۱	نسبتا حساس	تربچه	۱	نسبتا حساس
سیب زمینی	۲-۱	نسبتا حساس	یولاف	۴-۲	نسبتا مقاوم
خیار	۲-۱	نسبتا حساس	ذرت	۴-۲	نسبتا مقاوم
کاهو	۱/۳	نسبتا حساس	تنباکو	۴-۲	نسبتا مقاوم
کلم	۴-۲	نسبتا مقاوم	خردل	۴-۲	نسبتا مقاوم
ترب	۴-۲	نسبتا مقاوم	شیدر شیرین	۴-۲	نسبتا مقاوم
جو	۴-۲	نسبتا مقاوم	کدو	۴-۲	نسبتا مقاوم
خربزه	۴-۲	نسبتا مقاوم	عدس	۶-۴	مقاوم
گل کلم	۴	نسبتا مقاوم	جعفری	۶-۴	مقاوم
یونجه	۶-۴	مقاوم	چغندر لبویی	۶-۴	مقاوم
چغندر قند	۴/۹	مقاوم	یونجه	۶-۴	مقاوم
گوچه فرنگی	۵/۷	مقاوم	عدس	۶-۴	مقاوم
سورگم	۷/۴	خیلی مقاوم	جعفری	۶-۰	مقاوم
چغندر لبویی	۶-۴	مقاوم	سورگم	۷/۴	خیلی مقاوم
چغندر قند	۴/۹	مقاوم	پنبه	۱۰-۶	خیلی مقاوم
گوچه فرنگی	۵/۷	مقاوم	کرفس	۹/۸	خیلی مقاوم
چغندر لبویی	۶-۴	مقاوم	مارچوبه	۱۵-۱۰	خیلی مقاوم
سورگم	۷/۴	خیلی مقاوم			
لیمو ترش	<۰/۵	بسیار حساس	تربچه	۱	نسبتا حساس
آواکادو	۷/۵-۰/۵	حساس	سیب زمینی	۲-۱	نسبتا حساس
گریپ فروت	۷/۵-۰/۵	حساس	خیار	۲-۱	نسبتا حساس
پرتقال	۷/۵-۰/۵	حساس	کاهو	۱/۳	نسبتا حساس
زرد آلو	۷/۵-۰/۵	حساس	کلم	۴-۲	نسبتا مقاوم
هلو	۷/۵-۰/۵	حساس	ترب	۴-۲	نسبتا مقاوم
آلبالو	۷/۵-۰/۵	حساس	جو	۴-۳	نسبتا مقاوم
آلو	۷/۵-۰/۵	حساس	یولاف	۴-۲	نسبتا مقاوم
انجیر	۷/۵-۰/۵	حساس	ذرت	۴-۲	نسبتا مقاوم
انگور	۷/۵-۰/۵	حساس	تنباکو	۴-۲	نسبتا مقاوم
گردو	۷/۵-۰/۵	حساس	تربچه	۱	نسبتا حساس
پیاز	۷/۵-۰/۵	حساس	سیب زمینی	۲-۱	نسبتا حساس
سیر	۱-۰/۷۵	حساس	خیار	۲-۱	نسبتا حساس
سیب زمینی شیرین	۱-۰/۷۵	حساس	کاهو	۱/۳	نسبتا حساس
گندم	۱-۰/۷۵	حساس	کلم	۴-۲	نسبتا مقاوم

ادامه جدول ۵-۴- غلظت آستانه یون بُر برای گیاهان مختلف [۷۵]

گیاه	غلظت آستانه بر حسب میلی‌مول بر لیتر	میزان حساسیت	گیاه	غلظت آستانه بر حسب میلی‌مول بر لیتر	میزان حساسیت
آفتابگردان	۱-۰/۷۵	حساس	ترپ	۴-۲	نسبتا مقاوم
لوبیا	۱-۰/۷۵	حساس	جو	۴-۳	نسبتا مقاوم
کنجد	۱-۰/۷۵	حساس	یولاف	۴-۲	نسبتا مقاوم
توت فرنگی	۱-۰/۷۵	حساس	ذرت	۴-۲	نسبتا مقاوم
لوبیا قرمز	۱-۰/۷۵	حساس	تنباکو	۴-۲	نسبتا مقاوم
بادام زمینی	۱-۰/۷۵	حساس	خردل	۴-۲	نسبتا مقاوم
براکلی	۱	نسبتا حساس	شیدر شیرین	۴-۲	نسبتا مقاوم
فلفل قرمز	۲-۱	نسبتا حساس	کدو	۴-۲	نسبتا مقاوم
نخود	۲-۱	نسبتا حساس	خریزه	۴-۲	نسبتا مقاوم
هویج	۱-۲	نسبتا حساس	گل کلم	۴	نسبتا مقاوم
یونجه	۶-۴	مقاوم	چغندر قند	۴/۹	مقاوم
عدس	۶-۴	مقاوم	گوچه فرنگی	۵/۷	مقاوم
جعفری	۶-۴	مقاوم	سورگم	۷/۴	خیلی مقاوم
چغندر لبویی	۶-۴	مقاوم			

۵-۳-۱-۲-۳-۵- استانداردهای مربوط به کیفیت شیمیایی

چنانچه مشاهده می‌شود مطابق جدول (۵-۵)، استانداردهای کیفی مورد استفاده در کشورهای مختلف از تفاوت زیادی برخوردار بوده و این تفاوت به ویژه در زمینه فلزات سنگین از دامنه وسیعتری برخوردار می‌باشد. با توجه به شرایط طبیعی، جغرافیایی و فرهنگی، به نظر می‌رسد استاندارد کشورهای مثلاً عربستان و تونس در شرایط لزوم (فاکتورهایی که برای آنها استاندارد از طرف مراجع ذیصلاح داخلی ارائه نگردیده است) برای کشور ما قابل استفاده باشد.

جدول ۵-۵- استانداردهای استفاده از فاضلاب برای آبیاری محصولات کشاورزی در کشورهای جهان [۴۳]

پارامتر	واحد	کانادا	امریکا	تایوان	مجارستان	چین		عربستان		تونس
						زمین‌های خشک	برنج‌کاری	سبزیجات	تمام خاک‌ها	
pH	-				۸/۵-۶/۵	۸/۵-۵/۵	۸/۵-۵/۵	۸/۵-۵/۵	۸/۵-۵/۵	۸/۵-۶/۵
TDS	میلی گرم بر لیتر	۳۵۰۰-۵۰۰				۲۰۰۰-۱۰۰۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰		۷۰۰
هدایت الکتریکی	میکروزیمنس بر سانتی‌متر			۷۵۰						۷۰۰
جامدات معلق	میلی گرم بر لیتر			۱۰۰			۱۵۰	۲۰۰	۱۰۰	۳۰
کلرید	میلی گرم بر لیتر			۱۷۵			۲۵۰		۲۵۰	۲۰۰۰
سولفات	میلی گرم بر لیتر			۲۰۰						
TKN	میلی گرم بر لیتر			۱			۱۲	۳۰	۳۰	
BOD	میلی گرم بر لیتر						۸۰	۸۰	۱۰	
COD	میلی گرم بر لیتر						۲۰۰	۳۰۰	۱۵۰	۹۰
درجه حرارت	سانتی‌گراد			۳۵			۳۵	۳۵	۳۵	
آلومینیم	میکروگرم بر لیتر		۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰				۵۰۰۰	
ارسنیک	میکروگرم بر لیتر	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰	۵۰	۱۰۰	۵۰	۱۰۰	۱۰۰
بریلیم	میکروگرم بر لیتر	۱۰۰	۱۰۰	۵۰۰	۱۰۰				۱۰۰	
بر(کل)	میکروگرم بر لیتر	۶۰۰-۵۰۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۰۰	۳۰۰۰-۱۰۰۰	۳۰۰۰-۱۰۰۰	۳۰۰۰-۱۰۰۰	۵۰۰	۳۰۰۰
کادمیم	میکروگرم بر لیتر	۱۰	۱۰	۱۰	۲۰	۵	۵	۵	۱۰	۱۰
کروم(کل)	میکروگرم بر لیتر	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

ادامه جدول ۵-۵- استانداردهای استفاده از فاضلاب برای آبیاری محصولات کشاورزی در کشورهای جهان [۴۳]

پارامتر	واحد	کانادا	امریکا	تایوان	مجارستان	چین		عربستان		تونس
						برنج کاری	زمین‌های خشک	سبزیجات	تمام خاک‌ها	
کیالت	میکروگرم بر لیتر	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰				۵۰	۱۰۰
مس	میکروگرم بر لیتر	۱۰۰۰-۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۴۰۰	۵۰۰
فلور(کل)	میکروگرم بر لیتر	۱۰۰۰			۱۰۰۰	۳۰۰۰-۲۰۰۰	۳۰۰۰-۲۰۰۰	۳۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰
آهن	میکروگرم بر لیتر				۱۰۰			۵	۵۰۰۰	۵۰۰۰
سرب	میکروگرم بر لیتر	۲۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰۰
لیتیم	میکروگرم بر لیتر		۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰				۷۰	
منگنز	میکروگرم بر لیتر		۲۰۰	۲۰۰۰	۵۰۰۰				۲۰۰	۵۰۰
جیوه	میکروگرم بر لیتر			۵	۱۰	۱	۱	۱	۱	۱
مولبیدون	میکروگرم بر لیتر	۵۰-۱۰	۱۰	۱۰	۰				۱۰۰	
نیکل	میکروگرم بر لیتر	۲۰۰	۲۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰				۲۰	۲۰۰
سلنیم	میکروگرم بر لیتر	۵۰-۲۰	۲۰	۲۰		۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۵۰
نقره	میکروگرم بر لیتر				۱۰۰					
وانادیم	میکروگرم بر لیتر	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰۰۰	۵۰۰۰					
روی	میکروگرم بر لیتر	۵۰۰۰-۱۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۵۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰
سیانید	میکروگرم بر لیتر				۱۰۰۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰	
مواد فعال کننده سطحی	میکروگرم بر لیتر			۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	۵۰۰۰	۳۰۰۰	۵۰۰۰		
نفت و روغن	میکروگرم بر لیتر			۵۰۰۰	۸۰۰۰					
بنزن	میکروگرم بر لیتر				۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰		
نفت	میکروگرم بر لیتر				۵۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۵۰۰		
متانول	میکروگرم بر لیتر				۱۰۰					
تری کلرواستالید	میکروگرم بر لیتر					۱۰۰۰	۵۰۰	۵۰۰		
پروپیون الدیید	میکروگرم بر لیتر					۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰		
فل	میکروگرم بر لیتر								۲۰۰۰	

۵-۳-۲-۱-۴- استانداردهای مربوط به شاخص‌های میکروبیولوژیکی

نخستین راهنمایی که در این ارتباط تهیه شد در گردهمایی متخصصین مهندسی بهداشت و اپیدمیولوژیست‌ها و دانشمندان دیگری بود که در سال ۱۹۸۵ در انگلبرگ سوییس و به دعوت سازمان بهداشت جهانی، بانک جهانی، و مرکز بین‌المللی مربوط به تخلیه ضایعات انسانی تشکیل گردید. در این راهنما، توصیه شده که برای کاربرد فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی، دو مورد زیر رعایت گردد:

- در آبیاری محدود شده و بدون محدودیت، میانگین حسابی تخم انگل زنده کمتر از ۱ عدد در لیتر باشد.
 - برای آبیاری بدون محدودیت، میانگین هندسی تعداد کلی‌فرم‌ها در ۱۰۰ میلی لیتر کمتر از ۱۰۰۰ باشد [۹۴].
- در این رابطه با آبیاری بدون محدودیت شامل درختان، گیاهان علوفه‌ای، گیاهان صنعتی، درختان میوه و چراگاه می‌شود و آبیاری محدود شده، مربوط به آبیاری گیاهان خوراکی، چمن زمین‌های ورزشی و پارک‌ها می‌باشد. مهم‌ترین استانداردهای مربوط به شاخص‌های میکروبیولوژی به شرح ذیل می‌باشد:

- راهنمای بهداشتی برای کیفیت فاضلاب و پساب‌های تصفیه‌شده در مصارف مختلف کشور استرالیا [۵۷]

- ضوابط استفاده از آب‌های برگشتی در کالیفرنیا، الزامات کیفی و مراحل تصفیه مورد نیاز [۸۸]

- کیفیت میکروبیولوژیکی مورد توصیه برای کاربرد فاضلاب‌ها در کشاورزی (WHO, 1989) [۹۴]

چنانچه مشاهده می‌شود در استاندارد بهداشتی مصارف مختلف مربوط به کشور استرالیا و ایالت کالیفرنیا، شرایط سختگیرانه‌تر بوده و مشاهده می‌شود، حدود مجاز ارائه شده فراتر از حدود استانداردهای سازمان بهداشت جهانی و همچنین استاندارد رایج در سایر کشور می‌باشد. علاوه بر این در این استانداردها توصیه‌ای در زمینه تخم انگل نماتودها ارائه نگردیده است.

سازمان بهداشت جهانی در سال ۱۹۸۹ در زمینه کیفیت میکروبیولوژی فاضلاب برای استفاده در کشاورزی راهنمای کامل‌تری را ارائه نمود، با وجود این راهنما، سازمان مزبور توصیه می‌کند که در شرایط خاص باید به عوامل محلی از نظر اپیدمیولوژی، فرهنگی- اجتماعی و محیط زیستی توجه داشت و تعدیل لازم را در جدول انجام داد. به نظر می‌رسد استاندارد مورد نظر سازمان بهداشت جهانی در زمینه شاخص‌های بهداشتی (استاندارد مربوط به سال ۱۹۸۹) استاندارد مناسبی بوده و با توجه به در نظر گیری تعداد تخم انگل‌ها و همچنین توجه به تفکیک گونه‌های زراعی به سه گروه A (گیاهانی که احتمالاً خام خورده می‌شوند، زمین‌های ورزشی، و پارک‌ها)، گروه B (غلات، گیاهان صنعتی یا علوفه‌ای، درختان و چراگاه‌ها) و گروه C (آبیاری موضعی مثل قطره‌ای گیاهان گروه B در صورتی که کسی در معرض قرار نگیرد)، می‌تواند شاخص و بهداشتی خوب و عملی در زمینه استفاده از پساب‌ها در کشور محسوب شود.

۵-۳-۲-۱-۵- استانداردهای مربوط به فلزات سنگین

مهم‌ترین استانداردها و راهنماهای مربوط به فلزات سنگین در زمینه کاربرد پساب‌ها و آب‌های برگشتی در کشاورزی به شرح ذیل می‌باشد:

- توصیه‌هایی درباره حداکثر غلظت عناصر کمیاب و فلزات سنگین در آب آبیاری [۷۵]
 - حداکثر غلظت عناصر در آب آبیاری برای رشد مناسب گیاه و استفاده ایمن از آب آشامیدنی برای حیوانات [۸۷]
- استاندارد و راهنماهای فوق هر دو مربوط به FAO بوده و اولی در مربوط به سال ۱۹۹۲ و دومی مربوط به سال ۲۰۰۲ می‌باشد. مقایسه نتایج ارائه شده در این دو استاندارد نشان می‌دهد که استانداردهای مربوط به سال ۲۰۰۲ بهبود حاصل کرده و شرایط سختگیرانه تر شده و مصارف شرب دام را نیز تا حدود قابل توجهی پوشش می‌دهد.

۵-۳-۲-۱-۶- استانداردها و راهنمای کیفی مربوط به روش‌های آبیاری

مهم‌ترین استانداردها و راهنمای مربوط به شاخص‌های کیفی مرتبط با روش‌های آبیاری، به شرح زیر دارای دو بخش می‌باشد.

- کیفیت آب و احتمال گرفتگی قطره‌چکان‌ها در آبیاری قطره‌ای [۷۵]

راهنما و یا استاندارد در زمینه کیفیت آب برای مصرف در آبیاری تحت فشار کم بوده و این استاندارد مربوط به FAO بوده که در سال ۱۹۹۲ ارائه شده است. با توجه به تاثیر غلظت آهن، منگنز و مواد معلق و همچنین تعداد باکتری در گرفتگی قطره‌چکان‌ها می‌تواند الگوی خوبی برای تعیین قابلیت استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبیاری تحت فشار باشد. براساس این راهنما محدودیت‌های ناشی از فاکتورهای کیفی مورد نظر در گرفتگی قطره‌چکان‌ها در سه رده بدون محدودیت، با محدودیت کم تا متوسط و

با محدودیت شدید طبقه‌بندی شده است. البته با توجه به مشخصات فنی متفاوت قطره‌چکان‌ها در کشورها و مناطق مختلف تست حساسیت قطره‌چکان‌های مناطق مختلف ضروری می‌باشد [۷۵].

- فاکتورهای موثر در انتخاب روش آبیاری و اندازه‌گیری‌های مورد نیاز جهت استفاده از آب‌های برگشتی [۸۸]

این راهنما صرفاً به عنوان راهنمایی برای در نظرگیری تمهیدات لازم برای کاهش عوارض بهداشتی و زیست محیطی در زمینه استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی با انتخاب روش آبیاری مناسب می‌باشد.

۵-۳-۲-۱-۷- راهنما و استانداردهای مربوط به آبیاری فضای سبز

مهم‌ترین استانداردهای و راهنماهای مربوط به استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبیاری فضای سبز به شرح ذیل قابل ارائه می‌باشد:

- راهنمای پیشنهادی آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا جهت استفاده مجدد از پساب‌ها در آبیاری [۹۱]

- رهنمود کیفی پساب تصفیه شده جهت آبیاری فضای سبز (FAO, 2002) [۸۷]

راهنمای پیشنهادی آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) جهت استفاده مجدد از پساب‌ها در آبیاری بیش‌تر جنبه ملاحظات زیست‌محیطی داشته و در آن با در نظرگیری مصارف مختلف (مصارف شهری، آبیاری اراضی محصور شده، استفاده مجدد در کشاورزی - گیاهان خوراکی غیرفرآوری شونده، استفاده مجدد در آبیاری محصولات خوراکی با فراآوری، آبیاری سطحی باغ‌ها و تاکستان‌ها، مراتعی که جهت چرای حیوانات شیرده بوده، علفزار، گیاهان فیبری، گیاهان دانه‌ای). حدود مجاز استانداردهای کیفی مربوط نیز برای هر گروه از مصارف ارائه شده است و راه رسیدن به استاندارد مورد نظر و از جمله ملاحظات مربوط مانند حداقل فاصله و ملاحظات خاص کیفی در زمینه بعضی از پارامترها ارائه شده است.

در صورتی که راهنمای FAO جنبه کاربردی بیش‌تری داشته و حداکثر مجاز کیفی را برای کاربرد این منابع در فضای سبز ارائه نموده است.

۵-۳-۲-۲- راهنما و استانداردهای مربوط به آبزیان و شیلات

در مورد عوارض بهداشتی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای آبزی‌پروری در مقایسه با استفاده از پساب‌ها در کشاورزی تحقیقات کم‌تری انجام شده و به همان میزان اطلاعات کم‌تری نیز در دسترس است. مدارک و شواهدی که در مورد ماهی‌ها و گیاهان پرورش یافته در فاضلاب وجود دارد، نشان می‌دهد که انتقال آلودگی از طریق سطوح خارجی گیاهان و بدن ماهی‌ها به افرادی که در معرض و تماس با آنها هستند، انجام گرفته و باعث آلودگی می‌شود. نتایج و تجربیات نشان می‌دهد که علیرغم امکان انتقال آلودگی از طریق محصولات تولیدی از آب‌های بازآفرینی (ماهی‌ها و گیاهان) به ویژه از طریق سطوح خارجی بدن ماهی‌ها و گیاهان با افراد در معرض تماس، امکان انتقال از طریق بافت‌های داخلی آنها به افراد محدود و اندک می‌باشد.

به‌طور کلی می‌توان گفت از نظر آلودگی بافت‌های خوراکی که از طریق فرایند غیر بهداشتی (پرورش در آب آلوده) به‌وجود می‌آید تفاوت زیادی با شرایط طبیعی نمی‌کند. اگر از ماهی یا گیاه پرورش یافته در پساب آلوده به ترماتودها به‌طور خام و یا کم‌پخته شده استفاده شود، در این صورت انتقال آلودگی به انسان اتفاق خواهد افتاد. شاخص کیفی میکربی مربوط به حوضچه‌های پرورش ماهی

وجود و یا عدم وجود تخم زنده تری‌ماتودها در پساب مورد استفاده می‌باشد. البته مطالعات نشان می‌دهد کارگرانی که در تماس طولانی مدت با گیاهان آبی‌پرویش یافته در برکه‌های آلوده که به وسیله فاضلاب یا پساب‌های صنعتی هستند، معمولاً از میزان بروز بیماری‌های پوستی مانند سوزش و التهابات پوستی بیش‌تری برخوردار می‌باشند.

براساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی برای استفاده از پساب در پرورش آبزیان میزان اشر شیاکلی^۱ باید کم‌تر و یا مساوی ۱۰۰۰۰ در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر و در هر لیتر هیچ تخم زنده ترماتودی مشاهده نشود. استانداردهای مرتبط با استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبی‌پرویش به شرح ذیل ارائه می‌شود:

- توصیه‌های ملی EPA برای معیارهای کیفی آب جهت آبی‌پرویش [۶۴]
 - معیار کیفیت شیمیایی برای استفاده از پساب‌ها در برکه‌های پرورش ماهی (WHO) [۹۴]
 - راهنمای بهداشتی برای کیفیت پساب‌های تصفیه‌شده در پرورش آبزیان کشور استرالیا [۹۵]
 - حداکثر غلظت توصیه شده برای پرورش آبزیان (استاندارد آب برای آبزیان اتحادیه اروپا)
- EPA در سال ۲۰۰۶ توصیه‌های ملی را برای معیارهای کیفی آب‌های شور و شیرین برای آبی‌پرویش ارائه نمود. در این استاندارد، CMC^۲ بیانگر غلظت حداکثر معیارها است و تخمینی از بیش‌ترین غلظت یک ماده در آب‌های سطحی است که در صورت مواجهه مقطعی آبزیان موجود در این آب‌ها با این غلظت از ماده مذکور، تأثیرات نامطلوب بر آنها به جای گذاشته نشود. همچنین CCC^۳ نشان دهنده غلظت پیوسته هر معیار است و تخمینی از بیش‌ترین غلظت یک ماده در آب‌های سطحی است که در صورت مواجهه دائم و نامحدود آبزیان موجود در این آب‌ها با این غلظت از ماده مذکور، تأثیرات نامطلوب بر آنها به جای گذاشته نشود [۶۴].
- استاندارد سازمان بهداشت جهانی در زمینه استفاده از پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب برای پرورش ماهی می‌باشد. این استاندارد در مقایسه با استاندارد EPA از شاخص‌های کم‌تری برخوردار بوده و بر خلاف آن (که استاندارد کیفی استفاده از آب برای آبی‌پرویش می‌باشد)، این استاندارد مخصوص استفاده از پساب می‌باشد [۹۳].
- با توجه به اعتبار استاندارد ارائه شده از طرف سازمان بهداشت جهانی و نتایج تحقیقات بین‌المللی که بیانگر خطر کم‌تر ناشی از انتقال آلودگی‌های میکروبی به داخل بافت ماهی و همچنین کاهش خطرزایی آلودگی‌های مربوط از طریق شست و شو، پخت و حرارت دهی می‌باشد؛ برای شاخص‌های بهداشتی، استاندارد سازمان بهداشت جهانی مناسب‌تر و رعایت آن عملی‌تر به نظر می‌رسد.

۵-۳-۲-۳- راهنما و استانداردهای مربوط به مصارف دام و طیور

- استاندارد و راهنماهای مرتبط با مسایل کیفی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در مصارف شرب دام و طیور به شرح زیر می‌باشد.
- راهنمای گروه‌بندی کیفی آب‌های شور برای دام و طیور - FAO [۸۷]
 - حداکثر غلظت مواد سمی در آب شرب دام‌ها [۸۸]
 - حداکثر غلظت عناصر در آب آبیاری برای رشد مناسب گیاه و استفاده ایمن از آب آشامیدنی برای حیوانات - (فاو ۲۰۰۲) [۸۷]

1- Esher Shia.coli (E.coli)

2- Criteria Maximum Concentration

3- Criteria Continues Concentration

راهنمای گروه‌بندی کیفی آب‌های شور برای دام و طیور توسط FAO در سال ۲۰۰۲ ارائه شده است. برپایه این استاندارد آب‌ها از نظر شوری تا EC معادل ۸۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر محدودیتی برای مصارف دام نداشته و از EC بالای ۸۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر محدودیت‌های مربوط برای دام‌ها شروع می‌شود. ولی بر پایه این استاندارد محدودیت کیفی برای طیور حدود کم‌تری را شامل شده و از EC معادل ۵۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر محدودیتی‌های مربوط شروع می‌شود [۸۷].

از نظر فلزات سنگین و فاکتورهای شیمیایی، استاندارد فائو (حداکثر غلظت مواد سمی در آب شرب دام‌ها)، به واسطه کامل بودن و اعتبار فائو از ارزش و اهمیت کاربردی بیش‌تری برای کشور برخوردار می‌باشد.

حداکثر غلظت عناصر در آب آبیاری برای رشد مناسب گیاه و استفاده ایمن از آب آشامیدنی برای حیوانات، توسط فائو در سال ۲۰۰۲ ارائه شده است. بررسی این استاندارد با استانداردهای سال‌های قبل حاکی از بهبود و سختگیرانه‌تر شدن استانداردها دارد. این جدول بیش‌تر جنبه راهنمایی داشته و در استفاده از منابع مربوط به پساب‌ها و آب‌های برگشتی ضرورت توجه به اثرات سوء مربوط را بیان می‌کند [۸۷].

۵-۳-۲-۴- استانداردهای مربوط به مصارف محیط زیست

استانداردها و راهنماهای مرتبط با کاربرد پساب‌ها و آب‌های برگشتی مصارف محیط زیستی به شرح ذیل می‌باشند:

- استانداردهای کیفیت آب رودخانه‌ها (کرنکل و ناتونی) [۷۸]
- استانداردهای کیفی آب جهت مصارف مختلف در ژاپن [۹۸].
- براساس استاندارد پیشنهادی کرنل و ناتونی، گروه یک (1A و 1B) نشان‌گر کیفیت مناسب آبی است که برای کلیه کاربردهای عمومی مناسب می‌باشد و گروه چهار بدترین کیفیت آب را نشان می‌دهد که برای اغلب کاربردها نامناسب است. با توجه به شرایط اجتماعی و طبیعی کشور، کیفیت آب گروه ۲ را برای کاربری محیط زیست در غالب رودخانه‌های کشور می‌توان توصیه نمود.
- استانداردهای کیفی آب جهت مصارف مختلف در ژاپن بیش‌تر برای بررسی قابلیت استفاده از منابع آب خام رودخانه و یا دریاچه برای مصارف مختلف کاربرد داشته و استفاده از استانداردهای مربوط برای پساب‌ها توصیه نمی‌شود.

۵-۳-۲-۵- استانداردهای مربوط به مصارف صنعتی

مهم‌ترین استانداردهای کیفی مربوط به مصارف آب در صنایع به شرح ذیل قابل ارائه می‌باشد:

- حدود توصیه شده پارامترهای فیزیکی و شیمیایی پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای کاربری‌های مختلف در کشور مصر
- کیفیت آب مورد نیاز برای سامانه‌های خنک‌کننده و صنایع فولاد [۱۸]
- کیفیت آب مورد نیاز برای فرایندهای صنایع نساجی و چرم‌سازی
- کیفیت آب مورد نیاز برای فرایندهای صنایع غذایی
- کیفیت آب مورد نیاز برای فرایندهای صنایع تولید کاغذ و مقوا
- کیفیت آب مورد نیاز برای بویلر
- کیفیت آب مورد نیاز برای فرایندهای صنایع شیمیایی
- کیفیت آب مورد نیاز برای فرایندهای صنایع شیمیایی، پتروشیمی و سیمان

- استاندارد کیفی آب خام، پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف صنعت همان‌طوری که مشاهده می‌شود شاخص‌ها و استانداردهای کیفی در مصارف آب در صنایع مختلف از تنوع بالایی برخوردار می‌باشند. این استانداردها از منابع بین‌المللی مختلف جمع‌آوری و به عنوان منابع اولیه در نشریه شماره ۴۶۲ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی برای تدوین راهنمای کیفیت آب خام، پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف صنعتی و تفرجی مورد استفاده قرار گرفته است. در نهایت بررسی‌ها و تجزیه تحلیل‌های انجام شده منجر به تدوین راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب خام، پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف صنعتی شده است. در تدوین استاندارد مذکور به موارد زیر توجه شده است:
- با توجه به تنوع صنایع و همچنین تنوع کیفیت آب مورد نیاز در صنایع مختلف، امکان ارائه استاندارد مطمئن و مناسب برای صنایع مختلف مقدور نبوده و سعی گردیده با گروه بندی صنایع برای هر گروه استاندارد کیفی مناسبی ارائه گردد.
- پارامترهایی انتخاب شده است که بیش‌ترین کاربرد را در صنایع مختلف دارا می‌باشند.
- در انتخاب شاخص‌های آب صنعتی به پارامترهایی توجه شده است که غلظت‌های بیش از استاندارد آنها سبب آسیب‌های جزیی تا عمده به تجهیزات و سازه‌های کارخانجات و کیفیت نامطلوب مواد تولیدی شده و برای اکثر مصارف آب صنعتی ایجاد حساسیت می‌کنند و از سوی دیگر در غلظت‌های قابل توجه در آب‌های کشور مشاهده می‌شوند.
- با توجه به بررسی‌ها و مطالعات انجام شده در تدوین نشریه شماره ۴۶۲ در این قسمت، از بحث در مورد استانداردهای کیفی مورد نظر برای تک تک صنایع خوداری می‌شود [۱۸].

۵-۳-۲-۶- استانداردهای مربوط به مصارف تفرجی

استاندارد پیشنهاد شده در نشریه شماره ۴۶۲ که با بررسی استانداردهای رایج در سطح دنیا جهت استفاده در کشور تدوین گردیده است؛ از جنبه کاربردی در کشور برخوردار می‌باشد. در تدوین این استاندارد تفرج‌های مرتبط با آب از نظر تماس با آب به دو دسته (تفرج با تماس مستقیم با آب و تفرج با تماس غیرمستقیم با آب) تقسیم شده است.

فصل ۶

ارائه ضوابط زیست محیطی استفاده

از آب‌های برگشتی و پساب‌ها و

مدیریت و پایش آن

۶-۱- کلیات

در این بخش از گزارش با توجه به مباحث فصول گذشته و استانداردهای ارائه شده از منابع مختلف، ضوابط، استانداردها، ملاحظات و برنامه پایش زیست محیطی برای استفاده پایدار از پسابها و آبهای برگشتی پیشنهاد می‌گردد. لازم به ذکر است با توجه به ضرورت انجام تحقیقات جامع و مستمر برای تدوین استانداردها و عدم انجام تحقیقات مذکور در سطح کشور، در این مطالعات امکان پایه‌گذاری استاندارد جدید میسر نبوده و استانداردهای پیشنهادی از بین ضوابط و استانداردهای مرسوم در داخل و خارج از کشور انتخاب و در شرایطی تلفیقی از چند استاندارد ارائه شده است. در ارائه استانداردها و ضوابط زیست محیطی مورد نظر حفظ سلامتی انسان و عناصر حیاتی مرتبط با او از جمله گیاهان و محصولات زراعی، حیوانات و دامها از اهمیت درجه اول برخوردار بوده و پایداری عوامل و عناصر محیطی و پیشگیری از آلودگی و تخریب محیط زیست به عنوان محور اصلی مد نظر بوده است. استانداردها و ضوابط پیشنهادی از بین استانداردها و ضوابط رایج در سطح کشور و دنیا انتخاب شده و سعی شده علاوه بر اطمینان از کارایی، موثر و عملی بودن در استفاده طولانی مدت از این منابع، استانداردهای مربوط بیشترین تطابق را با شرایط محیطی، فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی کشور دارا بوده و از پذیرش اجتماعی بیش‌تری برخوردار باشد.

۶-۲- ارائه ضوابط زیست محیطی استفاده از آبهای برگشتی و پسابها

در این بخش از گزارش بر اساس مطالب ارائه شده در فصل‌های قبلی و مجموعه استانداردها، و ضوابط گردآوری شده از مراجع و منابع داخلی و خارجی، ضوابط و استانداردهای پیشنهادی برای استفاده مجدد از پسابها و آبهای برگشتی ارائه گردیده است. استانداردها و ضوابط پیشنهادی شامل مصارف این منابع در موارد زیر می‌باشد:

- ضوابط و استاندارد مربوط به مصارف دام و طیور
- ضوابط و استاندارد مربوط به مصارف آبیاری
- ضوابط و استاندارد مربوط به دفع در محیط
- ضوابط و استاندارد مربوط به مصارف صنعتی
- ضوابط و استاندارد مربوط به مصارف متفرقه شامل محیط زیست، آبریان، حیات وحش و مصارف شهری و تفریحی

۶-۲-۱- ارائه ضوابط زیست محیطی مربوط به مصارف دام و طیور

برای استفاده از پسابها و آبهای برگشتی در مصارف شرب دام و طیور دو استاندارد مطابق جداول (۶-۱) و (۶-۲) پیشنهاد می‌گردد. برای ارزیابی کیفی پسابها و آبهای برگشتی از نظر شاخص‌های مربوط به مواد آلی، فلزات سنگین و سایر ترکیبات مطابق جدول (۶-۱)، تلفیقی از استانداردهای مربوط به موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و استاندارد ارائه شده از طرف فائو پیشنهاد می‌گردد. استاندارد پیشنهادی دوم براساس استاندارد فائو بوده که بر پایه میزان شوری پایه‌گذاری شده است. بر پایه این استاندارد منابع مورد بررسی (پسابها و آبهای برگشتی) از نظر EC عمدتاً در رده اول و دوم قرار می‌گیرد که برای مصارف دام دارای کیفیت عالی و بسیار خوب می‌باشند. با افزایش EC از این میزان به بالا به تدریج محدودیت کیفی برای مصارف طیور بروز پیدا می‌کند.

جدول ۶-۱- استاندارد کیفی پیشنهادی برای استفاده از پسابها و آبهای برگشتی در مصارف شرب دام و طیور

ردیف	فاکتور کیفی	جهت شرب دام و طیور میلی گرم بر لیتر	مرجع انتخابی
۱	آرسنیک	۰/۲	استاندارد موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۲	آلومینیم	۵	
۳	برلیوم	-	
۴	بر	۵	
۵	کادمیوم	۰/۰۵	
۶	کرم ^{۶+}	۱	
۷	کرم ^{۳+}	-	
۸	مس	۰/۵	
۹	فلوئور	۲	
۱۰	آهن	-	
۱۱	سرب	۰/۱	
۱۲	لیتیوم	-	
۱۳	منگنز	-	
۱۴	مولیبدن	۰/۵	
۱۵	کیالت	۱	
۱۶	سرب	۰/۱	
۱۷	نیکل	۱	
۱۸	سلنیوم	۰/۰۵	
۱۹	وانادیوم	۰/۱	FAO,1992
۲۰	روی	۲۴	
۲۱	اورانیوم	۰/۲	
۲۲	جیوه	۰/۰۱	
۲۳	بی.اودی پنج روزه	۱۰۰	استاندارد موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۲۴	سی.اودی	۲۰۰	
۲۵	نیتریت	۵	
۲۶	نیتریت + نیترات	۱۰۰	FAO,2002

جدول ۶-۲- راهنمای کیفی پیشنهادی برای استفاده از پسابها و آبهای برگشتی برای شرب دام و طیور (از دیدگاه شوری)

ردیف	شوری میکروزیمنس بر سانتی متر	رده بندی	موارد مصرف	مرجع انتخابی
۱	<۱۵۰۰	عالی	برای همه گونه دام و طیور عالی است.	۸۷
۲	۵۰۰-۱۵۰۰	بسیار مناسب	برای همه دامها مناسب است ولی دامهایی که به آن عادت ندارند احتمالاً به اسهال دچار می شوند. غلظت های بالای این محدوده باعث آبی شدن فضولات طیور می شود.	
۳	۸۰۰-۵۰۰	مناسب برای دام نامناسب برای طیور	برای دامها مناسب است ولی دامهایی که به آن عادت ندارند ممکن است از خوردن امتناع کنند. اگر نمک های سولفات غالب باشند احتمال اسهال در دام می رود. این آبها برای طیور نامناسب است و باعث اسهال و افزایش تلفات و کم شدن رشد به ویژه در بوقلمون می شوند.	
۴	۱۱۰۰-۸۰۰	مصرف محدود برای دام نامناسب برای طیور	این آب را می توان برای دامهایی به کار برد که حامله یا شیر ده نباشند. دامهایی که به آن عادت ندارند ممکن است از خوردن امتناع کنند. این آبها برای طیور نامناسب است	
۵	۱۶۰۰-۱۱۰۰	مصارف بسیار محدود	مصرف آنها برای گاوهای شیرده و حامله، اسب، و گوسفند و کلیه حیوانات کم سن مخاطره انگیز است. ممکن است برای نشخوارکنندگان و اسبهای پیر مصرف شود. برای طیور و احتمالاً خوک نامناسب است.	
۶	>۱۶۰۰	برای مصرف توصیه نمی شود	برای هیچ یک از دامها و طیور توصیه نمی شود.	

۶-۲-۲- ارائه ضوابط زیست محیطی مربوط به مصارف آبیاری

در بحث کیفی آب، مهم‌ترین و اولین ضابطه‌ای که مورد توجه قرار می‌گیرد، هدایت الکتریکی آب است که شاخص خوبی برای غلظت کل نمک‌های محلول می‌باشد. این شاخص در واقع تعیین‌کننده قابلیت جذب و دسترسی آب برای گیاه به شمار می‌آید و هدف اصلی آبیاری هر مزرعه نیز افزایش آب قابل دسترس گیاه است. بنابراین، در تهیه چارچوب طبقه‌بندی آب‌ها برای پروژه حاضر نیز همین شاخص به عنوان اولین مبنای گروه‌بندی انتخاب گردیده است. با توجه به نتایج تحقیقات و پروژه‌های مختلف اجرا شده در زمینه استفاده از منابع آب شور و لب‌شور در کشور و نتایج حاصله که بیانگر کاربرد موفقیت‌آمیز آب‌های با شوری بالا می‌باشد، راهنمای پیشنهادی برای ارزیابی این منابع جهت استفاده در کشاورزی مطابق جدول (۵-۱) توصیه می‌شود.

در زمینه سایر پارامترهای کیفی مربوط به استفاده از این منابع در کشاورزی و فضای سبز از جمله فلزات سنگین، شاخص‌های میکروبیولوژیکی و یون‌های ویژه به دلیل نبود تحقیقات جامع و کامل در داخل، تلفیقی از استانداردهای ارائه شده از طرف مراجع داخلی و خارجی پیشنهاد می‌گردد. در این زمینه استانداردهای ارائه شده از طرف سازمان بهداشت جهانی برای ویژگی‌های بهداشتی (۳-۶)، استاندارد ارائه شده از طرف فائو برای یون‌های ویژه (جدول ۶-۵)، راهنمای ارائه شده از طرف سازمان حفاظت محیط زیست (برای کیفیت شیمیایی و فلزات سنگین) و رهنمودهای مربوط به کشور استرالیا برای آبیاری فضای سبز و مصارف غیر شرب و خوراکی (۴-۶)، پیشنهاد می‌گردد (جدول ۶-۳ تا ۶-۵).

جدول ۶-۳- استاندارد میکروبیولوژیکی پیشنهادی برای کاربرد پساب‌ها و آب‌های برگشتی در کشاورزی و فضای سبز [۹۴]

گروه	شرایط کاربرد	افراد در معرض	تخم انگل نماتود ^(۱) (میانگین حسابی تعداد تخم در لیتر ^(۲))	کلی‌فرم‌های مدفوعی (میانگین هندسی تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر ^(۳))
A	آبیاری گیاهانی که احتمالا خام خورده می‌شوند، زمین‌های ورزشی، و پارک‌ها ^(۳)	کارگر آبیاری، مصرف‌کنندگان، عموم مردم	≤ 1	≤ 1000
B	آبیاری غلات، گیاهان صنعتی یا علوفه‌ای، درختان و چراگاه‌ها ^(۴)	کارگر آبیاری	≤ 1	توصیه ارائه نشده
C	آبیاری موضعی (مثل قطره‌ای) گیاهان گروه B در صورتی که کسی در معرض قرار نگیرد	هیچ یک	مصادق ندارد	مصادق ندارد.

۱- Ascaris, Tricuris قلابدار روده.

۲- طی آبیاری.

۳- چمن کاری‌های عمومی، مانند چمن محوطه هتل‌ها، محدوده‌های تنگ‌تری (برابر یا کم‌تر از ۲۰۰ کلی‌فرم در ۱۰۰ میلی لیتر) توصیه می‌شود.

۴- مورد درختان میوه، باید دو هفته قبل از چیدن میوه آبیاری قطع شود و هیچ میوه‌ای نباید از روی زمین جمع‌آوری گردد. آبیاری بارانی نباید به کار رود.

جدول ۶-۴- استانداردهای کیفی پیشنهادی برای کاربرد پساب‌ها و آب‌های برگشتی در مصارف شهری و خانگی غیر شرب

شاخص	موارد کاربرد	پارامترهای اصلی	مرجع انتخابی
کیفیت میکروبیولوژی	مصارف خانگی غیرخوراکی، آبیاری باغچه توالت، شستشوی ماشین و دیوار	۱- $100 \text{ cfu} <$ در ۱۰۰ میلی لیتر ۲- ۱ میلی گرم بر لیتر یا بیش‌تر باقیمانده کلر در ۳۰ دقیقه.	معیارهای رهنمودی استرالیا ۱۹۹۹
	آبیاری فضاهای شهری، جلوگیری از گردوغبار، پیکره‌های آبی درون شهری، دسترسی آزادانه عموم مردم	۱- میانگین تعداد کلی‌فرم‌های مقاوم به گرما، $100 \text{ cfu} <$ در ۱۰۰ میلی لیتر. ۲- ۱ میلی گرم بر لیتر یا بیش‌تر باقیمانده کلر بعد از ۳۰ دقیقه یا مقدار معادل کاهش پاتوژن‌ها ۳- $\text{pH } 6/5 - 8$ و $\text{NTU} \leq 2$	

جدول ۶-۵- استاندارد کیفی پیشنهادی برای کاربرد پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبیاری فضای سبز [۲۸]

پارامتر	واحد	مقدار حداکثر مجاز
pH	-	۴/۵-۸/۴
هدایت الکتریکی (EC_w)	میکروزیمنس بر سانتی‌متر	۷۰۰
نسبت جذب سدیم تنظیم شده (adj.SAR)	-	۳ ^۱
سدیم (Na)	میلی گرم بر لیتر	۷۰ ^۲
کلرید (Cl)	میلی گرم بر لیتر	۱۰۰ ^۳
بر (B)	میلی گرم بر لیتر	۰/۷
کربنات (CO_3)	میلی گرم بر لیتر	۳-۰
بی کربنات (HCO_3)	میلی گرم بر لیتر	۹۰ ^۴
فسفات (PO_4)	میلی گرم بر لیتر	۵۰
نیترژن نیترات ($N-NO_3$)	میلی گرم بر لیتر	-
نیترژن آمونیاکی ($N-NH_4$)	میلی گرم بر لیتر	مجموعاً ۵
کل مواد جامد معلق (TSS)	میلی گرم بر لیتر	۴۰
کل مواد محلول (TDS)	میلی گرم بر لیتر	۴۵۰
اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD)	میلی گرم بر لیتر	۳۱
کلی فرم مدفوعی	MPN/100ml	۱۰۰۰ ^۵
تخم انگل‌های کرمی گروه نماتود	تعداد در لیتر	۱ ^۶

۱- مقدار جذب سدیم تنظیم شده مندرج در جدول به ازای حداقل $ECW = 0.7 \text{ ds/m}$ در نظر گرفته شده است. برای مقادیر بیش‌تر SAR میزان هدایت

الکتریکی به صورت زیر تغییر خواهد نمود:

$ECW \geq 1/2$ SAR < ۳ تنظیم شده < ۶

$ECW \geq 1/9$ SAR < ۱۲ تنظیم شده < ۶

$ECW \geq 2/9$ SAR < ۲۰ تنظیم شده < ۱۲

$ECW \geq 5$ SAR < ۴۰ تنظیم شده < ۲۰

۲- این مقدار برای آبیاری بارانی است. برای آبیاری سطحی مقدار حداکثر مجاز برحسب SAR برابر ۳ می‌باشد.

۳- این مقدار برای آبیاری بارانی است. برای آبیاری سطحی حداکثر مجاز ۱۴۰ میلی گرم در لیتر می‌باشد.

۴- این مقدار تنها برای آبیاری بارانی است.

۵- میانگین هندسی

۶- میانگین حسابی

استاندارد ارائه شده شامل هر دو نوع مصرف فضای سبز شهری و حاشیه شهرها می‌باشد. به نظر محققین این مطالعات، با توجه به شرایط فرهنگی و اجتماعی کشور، پیشنهاد و یا ارائه استاندارد با کیفیتی پایین‌تر برای فضای سبز حاشیه شهرها در مقایسه با فضای سبز شهری، با توجه به شرایط استفاده از این مناطق و همچنین وضعیت انتقال و استفاده از پساب و همچنین کارگران شاغل در این بخش‌ها از عدم قطعیت‌های فراوانی برخوردار بوده و می‌تواند منجر به عوارض بهداشتی و زیست محیطی گردد.

۶-۲-۳- استاندارد پیشنهادی برای دفع پساب‌ها و آب‌های برگشتی در منابع آب سطحی

این بخش شامل استانداردهای مربوط به دفع پساب و آب‌های برگشتی در منابع آب سطحی و همچنین دفع در چاه جاذب می‌باشد. توصیه می‌شود در این زمینه از استاندارد ارائه شده از طرف سازمان حفاظت محیط زیست با اعمال ملاحظات کیفی و زیست محیطی و لحاظ کردن میزان بده رودخانه استفاده شود. لازم به ذکر است استاندارد مربوط به خروجی پساب‌ها که در پیوست شماره ۵ (نظام‌نامه پایش کیفی خروجی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری) بخشنامه شماره ۸۷۵۱۲/۷۰۰ مورخ ۸۶/۱۱/۸ (مطابق با آئین‌نامه

اجرائی جلوگیری از آلودگی آب، مصوب سال ۱۳۷۳) آورده شده، از نظر مقدار پارامتر مورد نظر با استاندارد خروجی فاضلاب سازمان حفاظت محیط زیست یکی بوده ولی از لحاظ پریود زمانی و تعداد پارامترهای اندازه‌گیری متفاوت می‌باشد (جدول ۶-۶).

جدول ۶-۶- استاندارد پیشنهادی برای دفع پساب‌ها و آب‌های برگشتی به آب‌های سطحی (سازمان حفاظت محیط‌زیست) [۱۳]

ردیف	مواد آلاینده	تخلیه به آب‌های سطحی میلی گرم بر لیتر	ردیف	مواد آلاینده	تخلیه به آب‌های سطحی میلی گرم بر لیتر
۱	نقره	۱	۲۷	نیتريت بر حسب NO_2	۱۰
۲	آلومینیوم	۵	۲۸	نیترات بر حسب NO_3	۵۰
۳	آرسنیک	۰/۱	۲۹	فسفات بر حسب فسفر	۶
۴	بر	۲	۳۰	سرب	۱
۵	باریم	۵	۳۱	سلنیوم	۱
۶	برلیوم	۰/۱	۳۲	سولفید	۳
۷	کلسیم	۷۵	۳۳	سولفیت	۱
۸	کادمیوم	۰/۱	۳۴	سولفات	۴۰۰*
۹	کلرآزاد	۱	۳۵	وانادیم	۰/۱
۱۰	کلراید	۶۰۰*	۳۶	روی	۲
۱۱	فرمالدئید	۱	۳۷	چربی روغن	۱۰
۱۲	فنل	۱	۳۸	دترجنت	۱/۵
۱۳	سیانور	۰/۵	۳۹	BOD	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)
۱۴	کیالت	۱	۴۰	COD	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)
۱۵	کرم ^{۶+}	۰/۵	۴۱	اکسیژن محلول (حداقل)	۲
۱۶	کرم ^{۳+}	۲	۴۲	مجموع مواد جامد محلول	*
۱۷	مس	۱	۴۳	مجموع مواد جامد معلق	۴۰ (لحظه‌ای ۶۰)
۱۸	فلوراید	۲/۵	۴۴	مواد قابل ته‌نشینی	۰
۱۹	آهن	۳	۴۵	pH (حدود)	۶/۵-۸/۵
۲۰	جیوه	ناچیز	۴۶	مواد رادیواکتیو	۰
۲۱	لیتیوم	۲/۵	۴۷	کدورت (NTU)	۵۰
۲۲	منیزیوم	۱۰۰	۴۸	رنگ (واحد رنگ)	۷۵
۲۳	منگنز	۱	۴۹	درجه حرارت	**
۲۴	مولیبدن	۰/۰۱	۵۰	کلی‌فرم مدفوعی (تعداد در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر)	۴۰۰
۲۵	نیکل	۲	۵۱	کل کلی‌فرم (تعداد در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر)	۱۰۰۰
۲۶	آمونیم بر حسب NH_4	۲/۵	۵۲	تخم انگل	-

ملاحظات:

*- تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که پساب خروجی، غلظت کلراید، سولفات و مواد جامد محلول منبع پذیرنده را در شعاع ۲۰۰ متری بیش از ۱۰٪ افزایش ندهد.

** - درجه حرارت باید به میزانی باشد که دمای منبع پذیرنده تا شعاع ۲۰۰ متری محل ورود پساب بیش از ۳ درجه سانتی‌گراد افزایش یا کاهش نیابد.

۶-۲-۴- استاندارد پیشنهادی برای دفع پساب‌ها و آب‌های برگشتی در منابع آب زیرزمینی (تغذیه مصنوعی)

در زمینه استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در تغذیه مصنوعی، استاندارد مورد نظر سازمان حفاظت محیط زیست (استاندارد مربوط به دفع پساب به چاه جاذب)، مطابق جدول (۶-۷) پیشنهاد می‌گردد. با توجه به این که شرایط و عملکرد خاک‌های مناطق

مختلف در پالایش فاضلاب و بهبود کیفی آن متفاوت بوده و علیرغم تاثیر مثبت در کیفیت پساب و کاهش بعضی پارامترها مانند عوامل میکروبی، مواد آلی، فلزات سنگین و...، تاثیر مثبتی در کاهش شوری ندارد.

در این زمینه توجه به کیفیت پساب‌ها و آب‌های برگشتی و همچنین کیفیت آبخوان و مصارفی که از آب آبخوان صورت می‌گیرد ضروری بوده و باید توجه شود که EC پساب مورد استفاده برای تغذیه مصنوعی فراتر از استاندارد کیفی مصارفی که در حال حاضر از آبخوان می‌شود نباشد. به عبارت دیگر موجب افزایش EC و ایجاد محدودیت برای مصارف فعلی (شرب یا کشاورزی) در آب آبخوان نگردد.

جدول ۶-۷- استاندارد پیشنهادی برای دفع پساب‌ها و آب‌های برگشتی به چاه جاذب [۱۳]

ردیف	مواد آلاینده	تخلیه به چاه جاذب (mg/l)	ردیف	مواد آلاینده	تخلیه به چاه جاذب (mg/l)
۱	نقره	۰/۱	۲۷	نیتريت بر حسب NO ₂	۱۰
۲	آلومینیوم	۵	۲۸	نترات بر حسب NO ₃	۱۰
۳	آرسنیک	۰/۱	۲۹	فسفات بر حسب فسفر	۶
۴	بر	۱	۳۰	سرب	۱
۵	باریم	۱	۳۱	سلنیوم	۰/۱
۶	برلیوم	۱	۳۲	سولفید	۳
۷	کلسیم	-	۳۳	سولفیت	۱
۸	کادمیوم	۰/۱	۳۴	سولفات	۴۰۰ **
۹	کلرآزاد	۱	۳۵	وانادیم	۰/۱
۱۰	کلراید	۶۰۰ *	۳۶	روی	۲
۱۱	فرمالدئید	۱	۳۷	چربی روغن	۱۰
۱۲	فنل	ناچیز	۳۸	دترجنت	۰/۵
۱۳	سیانور	۰/۱	۳۹	BOD	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)
۱۴	کیالت	۱	۴۰	COD	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)
۱۵	کرم ^{۶+}	۱	۴۱	اکسیژن محلول (حداقل)	-
۱۶	کرم ^{۳+}	۲	۴۲	مجموع مواد جامد محلول	**
۱۷	مس	۱	۴۳	مجموع مواد جامد معلق	-
۱۸	فلوراید	۲	۴۴	مواد قابل ته‌نشینی	-
۱۹	آهن	۳	۴۵	pH (حدود)	۵-۹
۲۰	جیوه	ناچیز	۴۶	مواد رادیواکتیو	۰
۲۱	لیتیوم	۲/۵	۴۷	کدورت (NTU)	-
۲۲	منیزیم	۱۰۰	۴۸	رنگ (واحد رنگ)	۷۵
۲۳	منگنز	۱	۴۹	درجه حرارت	-
۲۴	مولیبدن	۰/۰۱	۵۰	کلی‌فرم مدفوعی (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	۴۰۰
۲۵	نیکل	۲	۵۱	کل کلی‌فرم (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	۱۰۰۰
۲۶	آمونیم بر حسب NH ₄	۱	۵۲	تخم انگل (تعداد در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر)	-
۱۵	کرم ^{۶+}	۱	۴۱	اکسیژن محلول (حداقل)	-

ملاحظات:

*- تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که پساب خروجی، غلظت کلراید، سولفات و مواد جامد محلول منبع پذیرنده را در شعاع ۲۰۰ متری بیش از ۱۰٪ افزایش ندهد.

** - تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که افزایش کلراید، سولفات و مواد جامد محلول پساب خروجی نسبت به آب بیش از ۱۰٪ نباشد.

۶-۲-۵- استاندارد پیشنهادی برای مصارف صنعتی

با توجه به تنوع صنایع و همچنین فرایندهای مختلف تولید محصول و تنوع کیفی آب مورد نیاز، ارائه استاندارد کیفی برای استفاده از این منابع در صنایع مختلف نیاز به کار تخصصی و صرف زمان دارد. برای انتخاب مهم‌ترین شاخص‌های آب صنعتی باید به پارامترهایی توجه کرد که از سویی غلظت‌های بیش از استاندارد آنها سبب آسیب‌های جزیی تا عمده به تجهیزات و سازه‌های کارخانجات و کیفیت نامطلوب مواد تولیدی شده و برای اکثر مصارف آب صنعتی ایجاد حساسیت می‌کنند و از سوی دیگر در غلظت‌های قابل توجه در آب‌های کشور مشاهده می‌شوند.

برای استفاده از پساب‌ها در مصارف صنعتی استاندارد ارائه شده در نشریه شماره ۴۶۲ (راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب خام، پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف صنعتی و تفرجی)، جدول (۶-۸) پیشنهاد می‌گردد. براساس این استاندارد آب‌های خام در سه گروه به شرح زیر تقسیم‌بندی و شاخص‌های کیفی آب برای گروه‌های فوق ارائه می‌گردد:

گروه الف: این گروه به آب‌هایی اطلاق می‌شوند که برای فرایندهایی در صنعت که به آب با کیفیت بسیار بالا نیاز ندارند، بدون تصفیه و یا با حداقل تصفیه قابل استفاده می‌باشند و برای فرایندهای با حساسیت زیاد، باید تصفیه مورد نیاز بر روی آنها صورت گیرد. این گروه از لحاظ مصارف صنعتی دارای کیفیت خوب می‌باشند.

گروه ب: این گروه به آب‌هایی اطلاق می‌شوند که برای فرایندهای با کم‌ترین حساسیت، که بدون تصفیه و یا با حداقل تصفیه، قابل استفاده می‌باشند. اما برای فرایندهای نسبتاً حساس، انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی با توجه به نوع استفاده، لازم می‌باشد. این گروه از لحاظ مصارف صنعتی دارای کیفیت متوسط هستند.

گروه ج: این گروه دارای کیفیت ضعیفی بوده و برای هر مصرفی در صنعت نیازمند تصفیه هستند، لذا توصیه می‌شود بیش‌تر برای مصارف خنک کننده که نیازمند تصفیه بالایی نمی‌باشند به کار روند. با توجه به نیاز به میزان بالایی تصفیه جهت فرایندهای حساس، استفاده از این آب‌ها در این فرایندها توصیه نمی‌گردد.

جدول ۶-۸- استاندارد پیشنهادی برای مصارف صنعتی از پساب‌ها و آب‌های برگشتی [۱۸]

شاخص (میلی گرم بر لیتر)	گروه الف	گروه ب	گروه ج
آهن	<۰/۳	<۱	>۱
منگنز	<۰/۳	<۱	>۱
pH	۶-۹	۶-۹	۶-۹
COD	<۲۰	<۷۵	>۷۵
سختی	<۲۵۰	<۵۰۰	>۵۰۰
قلیابیت	<۱۵۰	<۵۰۰	>۵۰۰
سولفات	<۲۵۰	<۵۰۰	>۵۰۰
سیلیکا	<۲۰	<۵۰	>۵۰
مواد معلق	<۵۰	<۱۰۰	>۱۰۰
TDS	<۵۰۰	<۱۰۰۰	>۱۰۰۰
کلراید	<۲۰۰	<۵۰۰	>۵۰۰

۶-۲-۶- استاندارد مربوط به مصارف تفرجی از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

با توجه به کیفیت پساب‌ها و آب‌های برگشتی و ماهیت مصارف تفرجی، شاخص‌های محدودیت‌زا در این مصارف شامل شاخص میکربی، میزان جلبک، pH، اکسیژن محلول و شاخص‌های توصیفی مثل بو، مزه، جامدات و مواد شناور، روغن و گیاهان مزاحم می‌باشد. در مورد وضعیت جلبک‌ها در آب‌های کشور آماری در دست نیست، بررسی میزان pH و اکسیژن محلول نیز نشان می‌دهد که میزان این دو فاکتور در اکثر آب‌های کشور در حد مطلوب برای فعالیت‌های تفرجی می‌باشد. بقیه شاخص‌های مرتبط با تفرج جنبه توصیفی داشته و آمار مربوط به آن‌ها موجود نیست. شاخص‌های میکربی شامل پارامترهای کلی فرم کل، کلی فرم مدفوعی، اشرشیاکلی و انتراکوکلی می‌باشد که در چند سال اخیر دو مورد آخر (اشرشیا و انتراکوکلی) بیش‌تر مورد توجه بوده است. چون اندازه‌گیری این دو پارامتر نسبت به کلی فرم کل و فکال کلی فرم گران‌تر بوده و در تمام مناطق کشور موجود نمی‌باشد، در تهیه استاندارد تفرجی محدوده مطلوب هر ۴ پارامتر ذکر شده است و برای تعیین وضعیت کیفی آب انجام یکی از آزمایش‌ها کفایت می‌کند ولی توصیه می‌گردد که در صورت امکان اشرشیاکلی و انتراکوکلی نیز آزمایش شود. با وجود اهمیت میزان جلبک در آب، اندازه‌گیری آن در همه جا میسر نمی‌باشد. از آن‌جا که محدوده کم‌خطر جلبک کم‌تر از ۱۰ میکروگرم در لیتر کلروفیل a بوده و بیش از این میزان باعث تغییر رنگ و شناور شدن جلبک در آب می‌گردد، می‌توان آن را به صورت پارامتر توصیفی تعریف نمود.

برای استفاده از این منابع در مصارف تفرجی، مطابق جدول (۶-۹) استاندارد ارائه شده در نشریه شماره ۴۶۲ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور پیشنهاد می‌گردد. باید توجه داشت که محدوده مشخص شده برای هر پارامتر، محدوده بی‌خطر نمی‌باشد ولی احتمال ابتلا به بیماری در این محدوده کم‌تر است.

جدول ۶-۹- استاندارد پیشنهادی برای مصارف تفرجی از پساب‌ها و آب‌های برگشتی^۱ [۱۸]

pH	اکسیژن (محلول DO)	انتراکوکی	اشرشیاکلی	کلی فرم مدفوعی	کلی فرم کل	شاخص‌های عددی
		(تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر)	(تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر)	(تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر)	(تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر)	نوع تفرج
۹-۶	≥ ۵	۵۰	۲۰۰	۴۰۰	۲۰۰۰	مستقیم ^۱
		۲۰۰	۶۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰۰	مستقیم ^۲
		۲۰۰	۶۰۰	۲۰۰۰	۵۰۰۰	غیر مستقیم ^۱
		۴۰۰	۱۲۰۰	۴۰۰۰	۱۰۰۰۰	غیر مستقیم ^۲
تبصره:						
میزان جلبک نباید در حدی باشد که باعث تغییر رنگ آب گردد و همچنین میزان جلبک‌های شناور در آب نباید زیاد باشد (کم‌تر از ۱۰ میکروگرم بر لیتر کلروفیل a)، آب باید عاری از مزه و بو و شرایط آزاردهنده باشد. آب باید عاری از جامدات، مواد شناور معلق، کف، لایه روغن و لجن باشد.						

۱- اعداد مشخص شده میانگین هندسی نمونه‌ها در طول یک دوره ۳ ماهه می‌باشد.

۲- اعداد مشخص شده برای شاخص‌های میکربی حداکثر میزانی است که پارامتر مشخص شده در یک نمونه می‌تواند برای مصرف مشخص شده داشته باشد.

۶-۲-۷- استاندارد پیشنهادی برای مصارف متفرقه شامل محیط زیست، آبیان، حیات وحش

برای سایر مصارف از جمله مصارف مربوط به محیط زیست، آبیان، حیات وحش و مصارف شهری و ... معیارهای ارائه شده در جداول (۶-۱۰) و (۶-۱۱) پیشنهاد می گردد.

جدول ۶-۱۰- استاندارد پیشنهادی برای استفاده از پسابها و آبهای برگشتی در محیط زیست، آبیان، حیات وحش و مصارف شهری^۱ و ... [۱۴]

پارامتر	حداکثر میزان مجاز	واحد	پارامتر	حداکثر میزان مجاز	واحد
pH	۹-۶/۵	-	سموم دفع آفات		
کل جامدات محلول	۷۵۰	میلی گرم بر لیتر	آلدرین	۰/۰۰۳	میکروگرم بر لیتر
اکسیژن محلول	۵ (حد اقل) ^۱	میلی گرم بر لیتر	آندرین	۰/۰۰۴	میکروگرم بر لیتر
اکسیژن خواهی بیوشیمیایی ۵ روزه	۵	میلی گرم بر لیتر	اندوسولفان	۰/۰۰۳	میکروگرم بر لیتر
آمونیاک	۰/۰۲	میلی گرم بر لیتر	پاراتیون	۰/۰۴	میکروگرم بر لیتر
نیتрат	۴۵	میلی گرم بر لیتر	توکسافن	۰/۰۰۵	میکروگرم بر لیتر
کلی فرم مدفوعی	۴۰۰	تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر	ددت	۰/۰۰۱	میکروگرم بر لیتر
فلزات سنگین			دمتون	۰/۱	میکروگرم بر لیتر
آهن	۰/۳	میلی گرم بر لیتر	دیلدرین	۰/۰۰۳	میکروگرم بر لیتر
آرسنیک	۰/۰۵	میلی گرم بر لیتر	کلردان	۰/۰۱	میکروگرم بر لیتر
جیوه	۰/۰۰۰۵	میلی گرم بر لیتر	گاتیون	۰/۰۱	میکروگرم بر لیتر
روی	۵	میلی گرم بر لیتر	لیندین	۰/۰۱	میکروگرم بر لیتر
سرب	۰/۰۵	میلی گرم بر لیتر	مالاتیون	۰/۱	میکروگرم بر لیتر
کادمیم	۰/۰۱	میلی گرم بر لیتر	متوکسی کلر	۰/۰۳	میکروگرم بر لیتر
کرم	۰/۰۵	میلی گرم بر لیتر	میرکس	۰/۰۰۱	میکروگرم بر لیتر
مس	۱	میلی گرم بر لیتر	هپتاکلر	۰/۰۰۱	میکروگرم بر لیتر
منگنز	۰/۰۵	میلی گرم بر لیتر			
ترکیبات سمی					
بی فنیل های پلی کلره (PCBs)	۰/۰۰۱	میکروگرم بر لیتر	فتالت ها	۳	میکروگرم بر لیتر
سیانید	۵	میکروگرم بر لیتر	فنل	۱	میکروگرم بر لیتر

۱- غلظت اکسیژن محلول نباید کم تر از این میزان باشد.

در این استاندارد علیرغم توجه به BOD و ارائه استاندارد برای آن، میزانی برای COD در نظر گرفته نشده است. نقطه قوت این جدول در توجه به فلزات سنگین و ترکیبات شیمیایی می باشد، که می تواند به نوعی با دقت و تجزیه دقیق تر اجزای آن، بیانگر کل COD باشد. در جدول زیر، می توان از فاکتور TDS به جای EC استفاده نمود، زیرا می توان با استفاده از فاکتور TDS مقدار EC را نیز محاسبه نمود. با توجه به این که آبیان از گروه ترکیبات ازته، به غلظت آمونیاک حساسیت زیادی دارند، در این گروه استاندارد آمونیاک ارائه شده است. همچنین در بررسی منابع نشان استاندارد برای نیترات و COD جهت پرورش ماهیان مشاهده نگردید.

۱- در این چارچوب، آبهایی که با معیارها مطابقت داشته باشند، از نظر حیات آبیان (به استثنای گونه های خیلی حساس)، حیات وحش، استفاده تفرجی و مصارف کشاورزی و صنعت متناسب بوده، و پس از ضد عفونی برای مصارف شهری نیز مناسب خواهند شد.

جدول ۶-۱۱- معیار کیفیت پیشنهادی برای استفاده از پساب و آب‌های برگشتی در پرورش ماهی [۹۴]

پارامتر کیفی	غلظت	مقدار پیشنهاد شده
آمونیاک	میلی گرم بر لیتر	<۱
دی اکسید کربن	میلی گرم بر لیتر	<۱۲
فلزات سنگین	میلی گرم بر لیتر	<۱
مس	میلی گرم بر لیتر	<۰/۰۲
آرسنیک	میلی گرم بر لیتر	<۱
سرب	میلی گرم بر لیتر	<۰/۱
سلنیم	میلی گرم بر لیتر	<۰/۱
سیانید	میلی گرم بر لیتر	<۰/۰۱۲
فنل‌ها	میلی گرم بر لیتر	<۰/۰۲
جامدات محلول	میلی گرم بر لیتر	<۱۰۰۰
دترجنت‌ها	میلی گرم بر لیتر	<۰/۲
اکسیژن محلول	میلی گرم بر لیتر	>۵
DDT	میلی گرم بر لیتر	<۰/۰۰۲
بنزن هگزا کلراید (BHC) ^۱	میلی گرم بر لیتر	<۰/۲۱
متیل پاراتیون	میلی گرم بر لیتر	<۰/۱
مالاتیون	میلی گرم بر لیتر	<۰/۱۶
pH	-	۸/۵-۶/۵

توضیح: براساس استاندارد WHO برای استفاده از پساب در پرورش آبزیان میزان E.Coli باید کم‌تر و یا مساوی ۱۰۰۰۰ در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر و در هر لیتر هیچ تخم زنده ترماتودی مشاهده نشود.

۳-۶- ارائه ضوابط و برنامه مدیریت و پایش زیست محیطی

پایش محیط زیستی از ضروری‌ترین اجزای پروژه‌های استفاده از پساب و آب‌های برگشتی می‌باشد. بدون طراحی و اجرای برنامه ارزیابی و پایش مستمر و موثر علاوه بر امکان عدم استمرار سودمندی و تاثیر پروژه، بلکه امکان بروز اثرات سوء بهداشتی و زیست محیطی قابل توجهی نیز وجود دارد. برنامه پایش زیست محیطی شامل بررسی کارایی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در بهبود کیفی پساب، کمیت پساب تولیدی، بررسی کیفی پساب و آب‌های برگشتی مصرفی و تطبیق آن با استاندارد مورد نظر، خط انتقال آب تا محل مصرف، کمیت و کیفیت محصولات تولیدی و سایر فعالیت‌های موجود طرح جهت دستیابی به اهداف پروژه می‌باشد. به‌طور کلی اهداف پایش طرح به شرح ذیل می‌باشد.

- ارزیابی اجزای پروژه برای دستیابی به عملکردی مطلوب
 - اصلاح اجزا و بخش‌های مختلف سامانه برای کاهش اثرات سوء احتمالی بهداشتی و زیست محیطی
 - کنترل اثر بخشی برنامه‌ها و اقدامات پیشنهادی برای حذف و یا تقلیل اثرات و پیامدهای بهداشتی و زیست محیطی
 - تغییر اجزای سامانه در جهت افزایش راندمان و عملکرد و استفاده پایدار از این منابع
- به‌طور کلی در یک طرح جامع و مهندسی استفاده مجدد از پساب، با فرض تصفیه فاضلاب تا حد دستیابی به معیارهای کیفی توصیه شده برنامه پایش عملیات، بیش‌تر بر مراحل تصفیه متمرکز می‌شود، ولی با توجه به اشکالات احتمالی در مراحل تصفیه یا کاستی‌های احتمالی در مدیریت، بررسی و مراقبت منظم و مداوم از مراحل تصفیه و اجزای طرح شامل خاک، محصولات کشت شده،

منابع آب سطحی و زیرزمینی و سلامت کارگران شاغل ضروری به نظر می‌رسد. لازم به ذکر است پایش کیفی مراحل تصفیه فاضلاب در تصفیه‌خانه‌ها از وظایف شرکت آب و فاضلاب بوده ولی اطلاع از نتایج مربوط برای ارگان‌های ذیربط به ویژه شرکت‌های آب منطقه‌ای ضروری می‌باشد.

۶-۳-۱- برنامه پایش فاضلاب ورودی و پساب خروجی

این بخش دربرگیرنده مراحل مختلفی متناسب با فرایند تصفیه و تجهیزات آن می‌باشد. سامانه‌های رایج تصفیه پساب‌های خانگی با توجه به حجم فاضلاب دریافتی و قابلیت استفاده در کشور عمدتاً شامل برکه‌های تثبیت، سامانه‌های لجن فعال و لاگون‌های هوادهی می‌باشد. پایش مراحل تصفیه در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به منظور کسب اطمینان از عملکرد مطلوب واحدهای تصفیه فاضلاب و کاهش آلاینده‌های موجود در پساب خروجی (حصول به استاندارد مورد نظر) می‌باشد. در این بخش مراحل پایش سامانه‌های تصفیه فاضلاب رایج در کشور در دو بخش ورودی به تصفیه‌خانه و همچنین خروجی و یا پساب دریافتی از تصفیه‌خانه و خط انتقال، مطابق جداول (۶-۱۲) و (۶-۱۳) پیشنهاد می‌شود. این جداول پایش کیفی فاضلاب ورودی و پساب خروجی به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری را نشان می‌دهد. بخش مربوط به برنامه پایش پساب خروجی در جدول (۶-۱۳) برگرفته از پیوست شماره ۵ (نظام‌نامه پایش کیفی پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب) بخشنامه شماره ۸۷۵۱۲/۷۰۰ مورخ ۸۶/۱۱/۸ می‌باشد.

در برکه‌های تثبیت، سامانه لجن فعال و لاگون هوادهی عملیات پایش مطابق جدول (۶-۱۳) بر دو بخش فاضلاب ورودی و خروجی و لجن دفعی تقسیم می‌شود. در این مرحله همچنین برنامه پایش سلامتی کارگران و شاغلین در تصفیه‌خانه‌ها نیز ارائه شده است. در سامانه تصفیه به روش برکه تثبیت و لاگون علاوه بر تعیین میزان بار هیدرولیکی و بار آلی در ورودی به تصفیه‌خانه باید وضعیت هیدرولیکی جریان در برکه بررسی و احتمال ایجاد فضای مرده که باعث اتصال هیدرولیکی کوتاه و تاثیر مستقیم بر راندمان آن می‌شود نیز بررسی شود.

در روش لجن فعال میزان حذف تخم انگل و همچنین کلی‌فرم‌ها در صورت عدم کلر زنی پساب خروجی کم‌تر از برکه‌های تثبیت می‌باشد. در این سامانه به‌خاطر تماس بیش‌تر کارگران با فاضلاب و لجن نیاز به محافظت و پایش بیش‌تری از کارگران و شاغلین در مراحل مختلف تصفیه‌خانه می‌باشد. در این مرحله اندیس حجم لجن با تاثیر در عملکرد تصفیه‌خانه و در نهایت خروج تخم انگل‌ها و مواد معلق و کیفیت پساب خروجی یکی از شاخص‌های ضروری در برنامه پایش می‌باشد. در صورت استفاده از لجن حاصل در کشاورزی اندازه‌گیری فلزات سنگین و تخم انگل آن ضروری می‌باشد.

لاگون‌ها، سیستمی بینابین برکه تثبیت و لجن فعال می‌باشند که در آنها به نحوی با هوادهی سرعت واکنش‌های زیستی نسبت به برکه تثبیت تسریع شده است. برنامه پایش آنها تا حدود زیادی مشابه سامانه لجن فعال می‌باشد.

سازمان بهداشت جهانی، با توجه به میزان زیاد تخم انگل‌های نماتودی (NE) و تعداد زیاد کلی‌فرم‌های مدفوعی در پساب‌های شهری، این دو فاکتور را به عنوان شاخص‌های بهداشتی استفاده از پساب در کشاورزی توصیه کرده است. ویروس‌ها توسط ذرات خاک جذب و احاطه شده و از تابش نور خورشید و عوامل محیطی مصون می‌مانند و حتی قادرند به مدت ۳ تا ۵ ماه قدرت بیماری‌زایی خود را حفظ کنند. ادامه حیات آنها در خاک به عواملی چون رطوبت، حرارت و مواد آلی خاک بستگی دارد. هرچه میزان رطوبت و مواد آلی خاک بیش‌تر و حرارت آن پایین‌تر باشد، دوام آنها بیش‌تر می‌شود. دوام باکتری‌ها در محیط کم‌تر از ویروس‌ها بوده و شدیداً به عوامل محیطی وابسته است. تک‌یاخته‌ها به ندرت بیش‌تر از ۱۰ روز در خاک زنده می‌مانند، ولی بعضی از آنها به دلیل

تشکیل کیست از دوام بالایی برخوردارند. انگل‌ها نسبت به سایر عوامل بیماری‌زا از مقاومت بالایی برخوردار بوده و تخم بعضی از آنها تا چند سال از قدرت بیماری‌زایی برخوردار می‌باشد. افرادی که بیش‌تر در معرض خطر ابتلا می‌باشند عبارتند از:

- کارگران شاغل در واحدهای تصفیه فاضلاب و آبیاری با پساب
- مصرف‌کنندگان محصولات کشاورزی تولید شده با پساب
- خانواده‌ها و ساکنین در مجاورت منطقه آبیاری با پساب

بعضی از عوامل بیماری‌زای موجود در پساب‌ها از طریق پوست به بدن وارد می‌شوند، گروه دیگر از راه ورود به بدن آبیاری خوراکی و یا چسبیدن به آنها وارد دستگاه گوارشی می‌شوند. چسبیدن عوامل بیماری‌زا به محصولاتی که نزدیک سطح زمین قرار می‌گیرند، به ویژه در سامانه‌های آبیاری بارانی بیش‌تر مشاهده می‌شود. با رعایت فاصله بین آخرین آبیاری و برداشت محصول می‌توان این عوارض را کاهش داد. عوامل بیماری‌زا قادر به نفوذ از پوست محصولات سالم و راهیابی به درون آنها نبوده ولی عدم رعایت فاصله بین آخرین آبیاری و برداشت محصول و بی‌دقتی در شستشو و ضدعفونی آنها باعث انتقال عوامل بیماری‌زا به مصرف‌کننده می‌شود.

باکتری‌ها، پروتوزویرها و تخم انگل‌ها به راحتی طی عبور از لایه‌های خاک فیلتر شده و یا جذب سطوح باردار خاک می‌شوند و اگر سطح آب‌های زیرزمینی بالا نباشد، انتقال آلودگی‌های مذکور ناچیز می‌باشد. به‌طور کلی قدرت نفوذ عوامل بیماری‌زا در خاک‌ها و راهیابی به آب‌های زیرزمینی، وابسته به بافت و جنس خاک می‌باشد. این عوامل در صورت نفوذ به آب‌های زیرزمینی از ماندگاری بالایی برخوردار خواهند بود.

۶-۳-۲- مراحل پایش خط انتقال

امروزه در سطح دنیا جهت حداقل نمودن امکان دسترسی افراد در طول مسیر به پساب انتقالی، خطوط انتقال پساب به مناطق مصرف به صورت لوله و یا کانال سر پوشیده طراحی می‌شود. با توجه به فاصله زمانی و مکانی کم محل تولید و مصرف پساب و همچنین نوع خط انتقال که امکان دسترسی افراد و ساکنین مناطق مجاور را حداقل می‌سازد، امکان تغییر قابل توجه در کیفیت پساب و همچنین تأثیرگذاری و تأثیرپذیری از محیط فراهم نمی‌باشد؛ لذا تنها موردی که پایش آن ضروری است پایش مسیر انتقال از نظر وضعیت و سلامتی تاسیسات و سازه‌های مستقر در مسیر، بررسی و کنترل وضعیت جریان و جلوگیری از گرفتگی لوله و یا کانال انتقال، تخریب و خرابی خط انتقال و دخل و تصرف‌های غیرمجاز و همچنین کنترل علایم هشداردهنده نصب شده در طول مسیر می‌باشد، که لازم است حداقل به صورت ماهانه انجام و نسبت به تعمیر و اصلاح خرابی‌ها اقدام شود (جدول ۶-۱۲).

جدول ۶-۱۲- مراحل پیشنهادی برای پایش خطوط انتقال پساب

نوع پایش	تواتر
اندازه‌گیری میزان جریان در طول مسیر	ماهانه
پایش مسیر انتقال از نظر وضعیت و سلامتی تاسیسات و سازه‌ها	ماهانه
کنترل وضعیت جریان و گرفتگی لوله و یا کانال انتقال	ماهانه
تخریب و خرابی خط انتقال	ماهانه
دخل و تصرف‌های غیرمجاز (در طول مسیر)	ماهانه
کنترل علایم هشدار دهنده نصب شده در طول مسیر	ماهانه

۳-۳-۶- اندازه‌گیری حجمی مقدار پساب دریافتی

برای اندازه‌گیری حجمی میزان پساب دریافتی، بهترین نقطه محل خروجی پساب از تصفیه‌خانه و ابتدای خط انتقال به محل مصرف می‌باشد. برای این منظور نصب وسایل و تاسیسات اندازه‌گیری جریان خروجی پساب از تصفیه‌خانه و یا محل دریافت در مزرعه ضروری می‌باشد. لازم به ذکر است با توجه به ارزش این منابع، عمل اندازه‌گیری میزان پساب انتقالی برای مصارف مختلف توسط مسوولین تصفیه‌خانه‌ها به‌طور مرتب صورت می‌گیرد.

علیرغم پایش کیفی پساب در ورودی و خروجی تصفیه‌خانه، اندازه‌گیری حجمی آن در نقطه دریافت از تصفیه‌خانه توسط شرکت سهامی آب منطقه‌ای و یا ورود به مزرعه توسط مشتری برای آبیاری ضروری به نظر می‌رسد. براساس تبصره دو قرارداد (پیمان) همسان فروش پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب (بخشنامه شماره ۸۷۵۱۲/۷۰۰ مورخ ۸۶/۱۱/۸)، باید شرکت آبفا با نصب دستگاه‌های اندازه‌گیری در محل تصفیه‌خانه‌ها، به گونه‌ای که قرائت آن برای شرکت آب منطقه‌ای ممکن باشد، نسبت به اندازه‌گیری و ثبت مداوم بده خروجی و احجام پساب تحویلی اقدام نماید. محل تحویل پساب به شرکت آب منطقه‌ای خروجی محوطه هر یک از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب مربوط می‌باشد.

جدول ۳-۶-۱۳- مراحل پیشنهادی پایش کیفی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب

سیستم مورد بررسی	فواصل نمونه برداری و پایش					
	روزانه	هفتگی	۱۵ روزه	ماهانه	فصلی	شش ماهه
فاضلاب ورودی و پساب خروجی	دبی، کلر باقی مانده، DO, pH	COD صاف شده و صاف نشده و TSS, TS	BOD صاف شده و صاف نشده	TKN, EC تخم انگل نماتودها - فسفر کل، نیتريت و نیترات جریان و زمان ماند (بررسی نیتروژن آمونیاکی، کلراید، احتمال تشکیل اتصال کوتاه و عدم اختلاط) سدیم، کلسیم و منیزیم، بر		
	-	میزان لجن دفعی	-	فلزات سنگین - NE	عناصر مغذی از نظر N- P-K ^۱	-
فاضلاب ورودی و پساب خروجی	دما، دبی، کلر باقی مانده، DO, pH	BOD ₅	COD و TS ^۲ (کل مواد جامد) و TSS	کل فرم کل و فکال کل فرم، تخم انگل، TKN ^۳ (نیتروژن کل به روش کج‌دال)، بر، فسفر کل، نیترات، نیتريت، نیتروژن آمونیاکی، دترجنت، روغن و چربی، فلزات سنگین	بررسی وضعیت هیدرودینامیکی جریان و زمان ماند (بررسی احتمال تشکیل اتصال کوتاه و عدم اختلاط)	-
	-	میزان لجن دفی - اندیکس حجمی لجن		فلزات سنگین، تخم انگل (NE) ^۴	عناصر مغذی از نظر N-P-K	-

1- Nitrogen. Phosphor. Potassium

2- Total Solid

3- Total Kjeldahl Nitrogen

4- Nematode egg

ادامه جدول ۶-۱۳- مراحل پیشنهادی پایش کیفی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب

فواصل نمونه برداری و پایش							سیستم مورد بررسی	
روزانه	هفتگی	۱۵ روزه	ماهانه	فصلی	شش ماه	سالانه	سیستم لجن فعال	فاصله و روش پایش
دبی، کلر باقی مانده، دما، pH، DO	کلی فرم و فکال کلی فرم، BOD ₅	TS، COD، VSS ^۱ ، TSS (جامدات معلق فرار)	چربی و روغن، دترجنت، تخم انگل، نیتروژن آمونیاکی، فسفر کل، نیترات و نیتريت، TKN، بر	فلزات سنگین، EC، کلراید، سدیم، منیزیم، کلسیم	بررسی وضعیت هیدرودینامیکی جریان و زمان ماند	-		ورودی و پساب خروجی
-	میزان لجن دفی - اندیکس حجمی لجن	-	فلزات سنگین، تخم انگل (NE)	عناصر مغذی از نظر N-P-K	-	-		لجن دفی
-	-	-	معاینات کلینیکی	آزمایش از نظر بیماری‌های مرتبط با پساب شامل: حصه، شبه حصه و وبا	کرم‌های انگلی شامل: آسکاریس، آنکی لوستوم دیودنال، تریکورس تریکورا، استرونژیلوید استراکوراریس	بیماری‌های قارچی، پوستی	کارگران شاغل	

۱- فلزات سنگین شامل کروم، نیکل، کادمیوم، جیوه، سرب، مس و روی می‌باشد.

۶-۳-۴- ارائه برنامه پایش کیفی خاک مزارع

در پایش خاک و بررسی‌های مربوط، مطابق جدول (۶-۱۴) شاخص‌های مورد نظر شامل هدایت الکتریکی (EC)، فلزات سنگین و تخم انگل‌های نامتودی می‌باشد. همچنین با توجه به این که استفاده از پساب و فاضلاب در آبیاری، به دلیل دارا بودن ذرات معلق باعث گرفتگی خلل و فرج و کاهش نفوذپذیری خاک می‌گردد، اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک نیز به فواصل شش ماهه پیشنهاد می‌گردد. همچنین در صورت امکان با تجزیه خاک مقدار ازت، فسفر و پتاس قابل جذب و میزان تجمع املاح و فلزات سنگین را باید تعیین نمود. با توجه به نقش مواد آلی در تشکیل پیوند با فلزات سنگین و تجمع آنها در خاک، در طرح‌های استفاده از پساب در آبیاری، اندازه‌گیری مواد آلی خاک به ویژه بعد از هر سال زراعی ضروری می‌باشد. از دیدگاه بهداشتی، با توجه به دوام بالای تخم انگل‌ها و قابلیت انتقال آنها در خاک، پایش خاک از نظر آلودگی به تخم انگل، از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. عمل نمونه‌برداری جهت بررسی عوامل زیستی خاک از سه عمق ۵-۰ و ۱۰-۱۵ و ۳۰-۳۵ سانتی‌متری توصیه می‌گردد. پایش کیفیت خاک از سه دیدگاه فیزیکی، شیمیایی و عناصر غذایی اصلی و آلودگی، انجام می‌گیرد.

۶-۳-۴-۱- پایش کیفیت خاک از نظر فیزیکی و شیمیایی

اهمیت شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بستگی به حساسیت گیاهان مورد کشت دارد. این شاخص‌ها شامل تخلخل خاک، نفوذپذیری هوا و آب در خاک، درجه رطوبت و یا درصد آب و دانه‌بندی خاک، pH، شوری (EC_e)، قلیابیت و ظرفیت تبادل یونی خاک با آب آبیاری و ایجاد حالت سیمانی و یا چسبندگی دارد. آزمایش‌های pH، شوری و قلیابیت خاک، آزمایش‌های شیمیایی بسیار مفیدی جهت بررسی کیفیت خاک می‌باشند. اما باید جهت بررسی ویژگی‌های خاک علاوه بر انجام آزمایش‌ها به بازدید کارشناسی

نیز پرداخت و در نهایت با نتایج حاصل از آزمایش‌ها و بازدیدهای صحرایی وضعیت زیستی و شرایط رشد گیاه بررسی گردد. پیشنهاد می‌شود هر شش ماه یکبار (یکبار هم قبل از شروع آبیاری) از نقاط مختلف محدوده کشت آزمایش خاک به عمل آید.

برای بررسی وضعیت زیستی خاک، در نقاط انتخاب شده به صورت تصادفی با بیل سرصاف با طول و عرض یک فوت (حدود ۳۰ سانتی‌متر)، یک فوت مکعب به ابعاد $1 \times 1 \times 1$ فوت از خاک برداشت کرده، به آرامی به پهلوی خوابانند.

- تمامی ارتفاع خیس یا تر، پتانسیل رطوبت را نشان می‌دهد (حداقل قابل قبول، دو سوم عمق است).
- در نیمه بالایی، ریشه علوفه باید دیده شود. هر چه عمق ریشه بیش‌تر باشد، بهتر است.
- به آرامی با بیلچه یا هر وسیله مناسب دیگر، خاک را باز می‌کنند درحالی‌که به‌طور کلی وجود فعالیت موجودات مختلف در خاک را مشاهده کنند، تعداد کرم‌های خاکی را جدا می‌کنند. در یک خاک کشاورزی مناسب باید حداقل ۱۰ کرم در یک فوت مکعب وجود داشته باشد. وجود کرم نشان‌دهنده تکمیل سیکل زیستی خاک، هوازی بودن آن و وجود رطوبت و غذای کافی در آن می‌باشد. کارشناس با تجربه می‌تواند نسبت به تعداد کم‌تر یا بیش‌تر کرم خاکی و شرایط خاک اظهارنظر نماید.

۶-۳-۴-۲- پایش کیفیت خاک از نظر عناصر غذایی اصلی

مهم‌ترین فاکتور پایشی در این بخش تعیین مقدار مواد ازته و فسفات می‌باشد. میزان کود ازته و فسفات لازم جهت هر نوع مزرعه باید پس از این آزمایش‌ها تعیین گردد. البته لازم به ذکر است که دانستن شرایط جذب مواد از خاک توسط گیاه و شرایط محیطی در تعیین نیازهای کشت، موثر و لازم می‌باشند. مثلاً جذب فسفر توسط گیاه از خاک و به عبارت دیگر نیاز به کود فسفره وابسته به میزان روی در خاک می‌باشد. لذا نمونه برداری از خاک‌های مزرعه (نمونه‌برداری تصادفی) جهت اندازه‌گیری ازت، فسفر و روی پیشنهاد می‌شود.

۶-۳-۴-۳- پایش کیفیت خاک از نظر آلودگی

آلودگی‌های خاک زراعی ناشی از مواد آلاینده موجود در پساب، سموم و کودهای مصرفی و دفع زباله و نخاله خصوصاً زایدات صنعتی در منطقه می‌باشد.

سموم آلی و فلزات سنگین موجود در پساب‌های شهری معمولاً در حدی نیست که کیفیت خاک منطقه را بر هم بزند. سموم و کودهای مصرفی در منطقه باید زیر نظر ادارات مسوول و مطابق پروانه‌ها و استانداردهای بین‌المللی مصرف شود. فقط سموم آفت‌کشی اجازه مصرف می‌یابند که در محیط دیرپا نباشند و حداکثر در ۱۵ روز کلیه آثار آنها از بین برود. کودهای مصرفی هم باید از کیفیت مشخصی برخوردار باشند. مثلاً بسیاری از انواع کودهای فسفات‌داره از آفریقای شمالی به علت داشتن کادمیوم بیش از میزان مجاز در دنیا خریدار ندارند. در صورت مصرف کودهای فسفات‌داره میزان کادمیوم خاک باید مورد آزمایش قرار گیرد تا از عدم تجاوز از حد استاندارد تعیین شده مطمئن گردند. بنابر آنچه گفته شد در فواصل زمانی ارائه شده در جدول (۶-۱۴)، از خاک مزرعه در نقاط مختلف نمونه‌برداری شده و آزمایش‌های هدایت هیدرولیکی، ظرفیت تبادل یونی خاک، pH، شوری خاک (EC_e)، قلیائیت خاک، میزان مواد آلی، ازت و فسفر کل، میزان فلزات سنگین (کادمیوم، جیوه، سرب ...)، تخم انگل نماتود، آزمایش زیستی کیفیت خاک (به طریقی که ذکر شد)، انجام و نتایج حاصل تفسیر می‌گردد.

جدول ۶-۱۴- مراحل پیشنهادی برای پایش خاک در بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

فواصل نمونه برداری و بررسی						خواص مورد پایش	
روزانه	هفتگی	ماهانه	فصلی	شش ماه	سالانه	خاک	فیزیکی زیستی شیمیایی
-	-	-	نفوذپذیری و هدایت هیدرولیکی	ظرفیت نگهداری آب	بافت خاک		
-	-	-	فکال کلی‌فرم- تخم انگل نماتود	آزمایش خواص زیستی خاک	-		
-	-	شوری خاک EC _e	مواد آلی خاک- فسفر کل- ازت کل- میزان مواد آلی- قلیائیت خاک	روی- فلزات سنگین شامل کادمیوم، جیوه و سرب	ظرفیت تبادل یونی خاک		

۶-۳-۵- برنامه پایش بهداشتی محصولات تولیدی

پایش بهداشتی محصولات از سه دیدگاه شامل بقایای سموم، انتقال میکرو ارگانیسم‌ها (باکتری، ویروس، انگل و...)، فلزات سنگین و در بعضی موارد مواد رادیو اکتیو مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ایران معاونت نظارت بر مواد خوراکی، دارویی، آرایشی و بهداشتی در وزارت بهداشت- درمان و آموزش پزشکی، مسوول رسمی کنترل بهداشتی کلیه مواد خوراکی و آلودگی‌های آنها را تا زمان رسیدن به دست مصرف کننده می‌باشد. بعضی از بخش‌های وزارت بهداشت نظیر اداره کل بهداشت محیط مسوولیت بررسی آلودگی‌ها در تامین، تهیه، حمل و نقل، آماده‌سازی و عرضه مواد خوراکی را دارند. ادارات مشخصی نظیر سازمان گوشت نظارت بر کیفیت شیر، گوشت، ماهی و امثال آنها را دارا می‌باشند. هر نوع ماده غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی دستورالعمل‌های خاص پایش و کنترل دارد. در بسیاری از کشورهای پیشرفته میزان بقایای سموم آفت‌کش، ویزه حشره‌کش‌ها، فلزات سنگین و مواد رادیواکتیو، در محصولاتی نظیر گندم، جو، برنج، ذرت و دانه‌های روغنی خوراکی و همچنین گوشت و فراورده‌های مربوط را بررسی و با استانداردهای مربوط مقایسه می‌نمایند؛ اما در ایران این بررسی‌ها معمول نمی‌باشد.

آزمایش باکتریولوژیکی جهت محصولات گندم، لوبیا و ... در هیچ جای دنیا وجود ندارد زیرا همگی طی پروسه‌ای آماده‌سازی شده سپس به مصرف می‌رسند. با توجه به این که جو، یونجه و گیاهان علوفه‌ای به مصرف حیوانات می‌رسند و دام‌ها نسبت به اغلب باکتری‌ها و انگل‌های آن کاملاً مقاوم می‌باشند. استاندارد در این زمینه تدوین نشده است. در طالبی، هندوانه، گوجه و خیار سالم باکتری و تخم انگل وارد نمی‌گردد. آنها که شکسته یا زخم خورده هستند، باید به مصارف غیرخوراکی برسند و یا خوب شسته و ضدعفونی گردد.

از دیدگاه پایش پساب مورد استفاده در آبیاری محصولات، باید در ابتدای شروع مصرف و پس از آن بر اساس برنامه ارائه شده در جدول (۶-۱۵)، کیفیت پساب منتقله به مزرعه (به استثنای زمستان که در کشاورزی مصرف نمی‌گردد) از دیدگاه مناسب بودن جهت گیاهان و بهداشت محصول مورد بررسی قرار گیرد.

آزمایش‌هایی که بدین منظور برای اطمینان از مناسب بودن کیفی پساب با گیاهان و همچنین عدم داشتن عوارض زیست‌محیطی توصیه می‌شود، شامل فاکتورهای ذیل می‌باشد:

- pH, TSS, BOD, COD, EC, RSC, SAR, TDS

- اکسیژن محلول

- آنیون و کاتیون و عناصر مغذی

- غلظت بر

- فلزات سنگین (کروم، کادمیوم، جیوه، سرب)

- فکال کلی‌فرم
 - تخم انگل نماتودها
- نتایج با استانداردهای مربوط به مصارف مختلف، از جمله استانداردهای ارائه شده از طرف فائو مقایسه و مناسب بودن آن بررسی می‌گردد. به‌طور کلی در پایش محصولات آبیاری شده با پساب، می‌توان محصولات را به شش گروه به شرح ذیل تقسیم نمود:
- محصولاتی که به صورت خام مصرف می‌شوند.
 - محصولاتی که مصارف انسانی به صورت پخته دارند
 - محصولات گلخانه‌ای
 - میوه‌های درختی
 - محصولات علوفه‌ای
 - محصولات صنعتی

در محصولاتی که مصارف انسانی به صورت خام دارند، نمونه‌برداری و آزمایش‌های مربوط به تخم انگل نماتود و باکتری‌های کلی‌فرم مدفوعی و فلزات سنگین مطابق با برنامه ارائه شده در جدول (۶-۱۵) ضروری می‌باشد. در محصولاتی که مصارف انسانی به صورت پخته داشته و همچنین گیاهان علوفه‌ای که به مصرف دام‌ها می‌رسند، نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری فلزات سنگین در هر فصل زراعی و مقایسه میزان تجمع فلزات مذکور، با استانداردهای مربوط کفایت می‌کند. در محصولات صنعتی که خارج از زنجیره غذایی انسان می‌باشند، بررسی فاکتورهای مذکور ضرورتی ندارد.

در بررسی گیاهان بسته به نوع آبیاری، بخش‌های خاصی از آن باید بیش‌تر مورد توجه قرار گیرد. به‌طوری‌که در آبیاری قطره‌ای و جوی پشته بررسی بخش تحتانی از اهمیت بیش‌تری برخوردار بوده ولی در روش‌های دیگر بررسی هر دو بخش فوقانی و تحتانی ضرورت دارد.

جدول ۶-۱۵- مراحل پیشنهادی برای پایش زیست محیطی محصولات آبیاری شده با پساب‌ها و آب‌های برگشتی

فواصل نمونه‌برداری و بررسی						اجزای سیستم مورد بررسی	
روزانه	هفتگی	ماهانه	فصلی	شش ماه	سالانه	محصولات کشاورزی	
-	-	تخم انگل نماتود فکال کلی‌فرم	فلزات سنگین شامل (کروم، جیوه، کادمیوم و سرب)	-	-		
-	-	-	فلزات سنگین شامل (کروم، جیوه، کادمیوم و سرب)	-	-		
-	-	تخم انگل نماتود فکال کلی‌فرم	فلزات سنگین شامل (کروم، جیوه، کادمیوم و سرب)	-	-		
-	-	-	فلزات سنگین شامل (کروم، جیوه، کادمیوم و سرب)	-	-		
-	-	-	فلزات سنگین شامل (کروم، جیوه، کادمیوم و سرب)	-	-		
-	-	-	-	-	-	محصولات صنعتی	

محصولاتی که دوره کاشت تا برداشت آنها کم‌تر از شش ماه می‌باشد، یکبار در طول دوره کشت انجام آزمایش‌های فوق کفایت می‌کند (قبل از عرضه به مصرف‌کننده).

۶-۳-۶- برنامه پایش بهداشتی کارگران و دیگر کارکنان مربوط

کارگران شاغل در پروژه‌های تصفیه فاضلاب و استفاده مجدد از آن در کشاورزی به علت تماس با عوامل بیماری‌زای موجود در فاضلاب به روش‌های مختلف (تماس با پساب، تماس با خاک آلوده و تماس با محصولات آبیاری شده با پساب)، در معرض ابتلا به بیماری‌های واگیر و انگلی مختلف می‌باشند. از این گروه به ویژه کارگران شاغل در مراحل مختلف تصفیه و دفع لجن به دلیل تماس بیش‌تر، از آسیب‌پذیری بیش‌تری نسبت به کارگران شاغل در مزرعه برخوردار می‌باشند. راه اصلی انتقال بیماری در این گروه از راه دهان بوده که به وسیله آلوده شدن دست در اثر تماس با محیط آلوده و انتقال عامل بیماری‌زا به سیستم گوارشی صورت می‌گیرد. در مراحل بعد دریافت عوامل بیماری‌زا از طریق پوست و هم‌چنین تنفس نیز صورت می‌گیرد. دو دسته بیماری میکربی (حصبه و شبه حصبه) و انگلی (آسکاریس، آنکی لوستوم دیودنال تریکوریس تریکورا و استرونژیلویید استراکوراریس)، از نظر آلودگی کارکنان و پخش در محیط مورد توجه قرار می‌گیرند.

تماس با آب آلوده و خاک آبیاری شده با پساب هر دو می‌توانند در انتقال بیماری‌های مذکور موثر باشند. البته نوع تماس بسیار مهم است. کار کردن با پساب با لباس پوشیده و دستکش و پوتین و رعایت بهداشت فردی مثلاً شست و شوی دست‌ها در هنگام غذا خوردن، دور نگاه داشتن وسایل غذا خوری از آب یا خاک آلوده و نگهداری غذا در ظروف تمیز و در یخچال، پرهیز از خوردن میوه و سبزیجات نشسته و ضدعفونی نشده، تا حدود زیادی، شخص را از بیماری‌های منتقله توسط آب و خاک حفظ می‌نماید و سرایت را به حداقل می‌رساند. بنابراین برنامه پایش بهداشتی کارگران و کارکنان به قرار زیر پیشنهاد می‌شود:

هنگام شروع کار یا در بدو استخدام باید آزمایش پزشکی توسط پزشک داخلی جهت تشخیص ناقلین سالم یعنی تشخیص سرپایی کم خونی، بی‌حالی و سفیدی چشم، امکان ابتلا به بیماری‌های انگلی و سپس آزمایش‌های مدفوع انجام گیرد. آزمایش مدفوع شامل کشت مدفوع جهت حصبه و شبه حصبه و آزمایش انگل‌های آسکاریس، آنکی لوستوم، تریکوریس و استرونژیلویید (وجود تخم انگل یا نوع وژتاتیو) می‌باشد. در همین راستا دفترچه بیمه کارگر توسط پزشک جهت سوابق بیماری مورد بررسی قرار می‌گیرد. در صورت نداشتن دفترچه بیمه، توسط پرسش و پاسخ سوابق بیماری شخص یادداشت می‌گردد. هر شش ماه یک بار معاینه توسط پزشک و آزمایش تکرار می‌گردد. فرم سوابق و پرونده بهداشتی کارگران یا کارکنان تهیه و در بایگانی شرکت و یک نسخه نزد پزشک نگهداشته می‌شود. در این فرم باید مطالب زیر دیده شود:

- مشخصات فردی، سن، محل کار، تاریخ استخدام، سواد و تحصیلات، وضعیت تاهل، تعداد اولاد، محل سکونت (غیر از محل کار)
- دفعات مراجعه شش ماه یک‌بار به پزشک و نتایج آزمایش‌های
- تمهیدات انجام شده، مثلاً داروهای تجویز شده، مرخصی بیماری، تعویض محل کار، بیمارستان، پرداخت غرامت و...
- چک‌لیستی شامل موارد الزامی در هنگام کار (استفاده از دستکش و پوتین، استفاده از مواد ضدعفونی‌کننده در سرویس‌های بهداشتی و ...) تهیه گردد و مسوول پایش در بازه‌های زمانی ماهانه چک لیست را جهت تک تک کارکنان تکمیل نماید (جدول ۶-۱۶).

- آزمایش‌های پساب که مربوط به بهداشت محصول و کارکنان و مصرف‌کنندگان است، به شرح زیر می‌باشند:

- آزمایش فلزات سنگین

• تعداد کلی فرم مدفوعی^۱ (MPN/100 ml)

• آزمایش تخم انگل (جستجو و شمارش تخم نماتدها خصوصا آسکاریس)

حضور فلزات سنگین در پساب‌های خروجی عموماً ناشی از راهیابی پساب‌های صنعتی می‌باشد. نوع آزمایش فلزات سنگین بستگی به میزان قبلی و طبیعی موجود در آب و خاک منطقه، صنایع بزرگ و کوچک منطقه و ورود پساب‌های صنعتی به تصفیه‌خانه فاضلاب و حساسیت و تاکید ادارات بهداشتی منطقه در مورد مواد مصرفی دارد. در مراکزی که تاسیسات تصفیه فاضلاب برای تصفیه فاضلاب شهری و صنعتی مخلوط شده به کار می‌رود، پایش فلزات سنگین از اهمیت بیش‌تری نسبت به پساب‌های خروجی از تصفیه‌خانه‌هایی که صرفاً فاضلاب خانگی دریافت می‌کنند، خواهد داشت.

آزمایش‌های کلی فرم مدفوعی و تخم انگل در پساب مورد استفاده در آبیاری از این جهت انجام می‌شود که مطمئن شوند، رقم آلودگی به حدی پایین است که امکان انتقال بیماری طی عملیات کاشت، داشت و برداشت، انبارداری، حمل و نقل و پروسه تهیه غذا، به کارگران و کارکنان و مصرف‌کنندگان وجود ندارد. بنابر آنچه گفته شد باید مطابق جدول (۶-۱۷)، آزمایش‌های مذکور بر روی پساب خروجی از تصفیه‌خانه بعمل آمده، محاسبات و تفسیرهای لازم انجام گردد تا از ایمن بودن پساب جهت بهداشت کارکنان و مصرف‌کنندگان اطمینان حاصل گردد. برنامه پایش کارگران شاغل در طرح‌های استفاده از پساب در آبیاری در جدول (۶-۱۷) ارائه شده است.

جدول ۶-۱۶- چک لیست پیشنهادی برای کنترل سلامتی افراد شاغل در پروژه‌های استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

ردیف	اقدامات	ماهانه	فصلی	سالانه	ملاحظات
۱	معاینات کلینیکی شامل: - معاینات کلی و بررسی وضعیت ظاهری - بررسی علایم مربوط به بیماری‌های پوستی	■			
۲	کنترل کاربرد محافظت‌کننده‌های شخصی: - دستکش - چکمه - لباس کار مناسب	■			
۳	انجام آزمایش‌های سلامتی شامل بیماری‌های باکتریایی و ویروسی: - حصه و شبه حصه - وبا - انواع هپاتیت - سل - ژیاودییا		■		
۴	انجام آزمایش‌های سلامتی شامل بیماری‌های انگلی: - آسکاریس - انواع تنیها - آنکی لوستوم دیودنال - تریکوریس تریکورا - استرونژیلویید استراکوراریس - فاسیولا - شیستوزومیها			■	

جدول ۶-۱۷- برنامه پایش برای کارگران شاغل در طرح استفاده از پساب در آبیاری

اجزای سامانه مورد بررسی	فواصل نمونه‌برداری و بررسی				
	روزانه	هفتگی	ماهانه	فصلی	شش ماهه
کارگران شاغل (در سیستم تصفیه فاضلاب)	-	-	معاینات کلینیکی	آزمایش از نظر بیماری‌های مرتبط با پساب شامل: حصه، شبه حصه، وبا، هیاتیت	کرم‌های انگلی شامل: آسکاریس، آنکی لوستوم دیودنال، تریکوریس تریکورا، استرونژیلوئید استراکوراریس، تنیاه- فاسیولا، شیبستوزومیا
کارگران شاغل در استفاده از پساب در آبیاری	-	-	-	معاینات کلینیکی	آزمایش از نظر بیماری‌های مرتبط با پساب شامل: حصه، شبه حصه، وبا، هیاتیت کرم‌های انگلی شامل: آسکاریس، آنکی لوستوم دیودنال، تریکوریس تریکورا، استرونژیلوئید استراکوراریس، تنیاه- فاسیولا، شیبستوزومیا
ساکنین محدوده طرح	-	-	-	-	معاینات کلینیکی

۶-۳-۷- پایش منابع آب سطحی

استفاده غیراصولی از پساب در کشاورزی و یا تغذیه مصنوعی می‌تواند باعث آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی شود. این تاثیر به ویژه در فصول بارانی، به دلیل انتقال توسط رواناب‌های سطحی از شدت بیش‌تری برخوردار می‌باشد. هم‌چنین عناصر مغذی موجود در پساب به ویژه نیترات به واسطه حلالیت بالا به راحتی به منابع آب زیرزمینی منتقل شده و باعث آلودگی این منابع می‌شود. در صورت استفاده از این منابع برای تغذیه مصنوعی پایش عناصر مغذی، به ویژه نیترات از اهمیت بیش‌تری برخوردار می‌باشد. در صورت رهاسازی پساب خروجی به منابع آب سطحی و یا تغذیه مصنوعی به ویژه در فصول غیر زراعی، باید از رعایت استانداردهای ارائه شده از سوی سازمان حفاظت محیط زیست اطمینان حاصل گردد. برنامه پایش منابع آب سطحی محدوده طرح‌های استفاده از پساب در کشاورزی بستگی به شرایط طبیعی و هیدرولوژی منطقه داشته و در مناطقی که امکان راهیابی رواناب‌های سطحی به این منابع وجود داشته باشد، ضروری می‌باشد. در این مناطق امکان ورود آلاینده‌های مختلف به ویژه عوامل بیماری‌زا و عناصر مغذی به منابع مذکور و در نتیجه آلودگی آنها به خصوص در فصول بارانی افزایش می‌یابد. لذا پیشنهاد می‌گردد براساس برنامه ارائه شده در جدول (۶-۱۸) میزان فسفر، نیتروژن کل، نیترات، BOD, TDS و هم‌چنین کلی‌فرم‌های مدفوعی و شاخص تخم انگل نماتود در این منابع بررسی شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

۶-۳-۸- پایش منابع آب زیر زمینی

استفاده غیر اصولی از پساب‌ها در آبیاری و تغذیه مصنوعی می‌تواند تاثیر منفی بر کیفیت آب این منابع داشته باشد؛ این تاثیر به ویژه در موارد استفاده برای شرب از اهمیت قابل توجهی برخوردار می‌باشد. در شرایط طبیعی عوامل بیماری‌زا به ویژه باکتری‌ها، پروتوزویرها و تخم انگل‌های نماتودی به راحتی توسط لایه‌های سطحی خاک جذب شده و هم‌چنین ویروس‌ها به علت باردار بودن به راحتی جذب سطح باردار ذرات خاک می‌شوند. اگر سطح آب‌های زیرزمینی بالا نباشد، هیچ آلودگی میکربی کیفیت این منابع را تهدید نخواهد کرد. ترکیبات معدنی و محلول موجود در پساب به ویژه نیترات با توجه به حلالیت بالا در آب، بسته به روش‌های

آبیاری قادر به عبور از لایه‌های خاک و نفوذ به منابع آب زیرزمینی می‌باشند. لذا پیشنهاد می‌گردد نیتрат و TDS آب‌های زیرزمینی و کلی‌فرم‌های مدفوعی و BOD مطابق جدول (۶-۱۸) بررسی گردد. بررسی کیفیت این آب‌ها از طریق نمونه‌برداری از چاه‌های در حال بهره‌برداری و یا از طریق احداث چاهک‌های نمونه‌برداری در نقاط مورد نظر صورت خواهد گرفت.

جدول ۶-۱۸- برنامه پایش کیفی منابع آب سطحی و زیرزمینی

فواصل نمونه برداری و بررسی					اجزای سامانه	
روزانه	هفتگی	ماهانه	فصلی	شش ماهه	سالانه	مورد بررسی
-	میزان حجمی جریان pH- TDS-EC	TSS - COD-DO-BOD آنیون (کربنات-بیکربنات- سولفات-کلرور) کاتیون (کلسیم- منیزیم- سدیم- پتاسیم) فکال کلی‌فرم، فسفر کل- ازت کل- نیترات	فلزات سنگین (کادمیوم- جیوه - سرب)	تخم انگل نماتود	-	منابع آب سطحی آب
-	-	pH- TDS-EC	آنیون (کربنات-بیکربنات- سولفات-کلرور)- کاتیون (کلسیم- منیزیم- سدیم- پتاسیم) نیترات	فکال کلی‌فرم فسفر کل- ازت کل	فلزات سنگین (کروم-کادمیوم- جیوه - سرب)	منابع آب زیرزمینی

۶-۳-۹- برنامه پایش استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبیاری فضای سبز

مراحل پایش استفاده از پساب در آبیاری فضای سبز دارای اجزایی به شرح ذیل می‌باشد که به تشریح در جدول (۶-۱۹) ارائه شده است:

- منابع آب سطحی
- منابع آب زیرزمینی
- خاک
- گیاهان

۶-۳-۱۰- برنامه پایش استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبیاری پروری

مراحل پایش پیشنهادی جهت استفاده از پساب در آبیاری پروری شامل کارگران و ساکنین محدوده طرح، مصرف کنندگان محصولات تولیدی، محصولات تولیدی (ماهی‌ها)، منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌باشد که پارامترهای کیفی و تواتر زمانی مورد نظر برای هر بخش به تفکیک در جدول (۶-۲۰) ارائه شده است.

۶-۳-۱۱- برنامه پایش استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در تغذیه مصنوعی

تغذیه مصنوعی با پساب به عنوان یکی از روش‌های موثر و مفید استفاده مجدد از فاضلاب محسوب می‌شود. این روش علاوه بر تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی، روشی موثر در بهبود کیفی پساب به حساب می‌آید. این روش از راندمان بالایی در حذف عوامل بیماری‌زا و میکروارگانیسم (باکتری- تخم انگل)، ذرات معلق، مواد آلی و عناصر مغذی برخوردار می‌باشد. فرایندهای تصفیه غالب در این روش علاوه بر روش‌های فیزیکی، فرایند هوازی می‌باشد که توسط میکروارگانیسم‌های مستقر در خلل و فرج خاک صورت می‌گیرد. علیرغم مفیدی و موثر بودن این روش در بهبود کیفی پساب و تغذیه منابع آب زیرزمینی، برای اجرای اصولی و پایدار آن در یک منطقه و کاهش اثرات سوء محیط زیستی، اجرای برنامه پایش کیفی به شرح جدول (۶-۲۱) ضروری می‌باشد.

جدول ۶-۱۹- مراحل پایش استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبیاری فضای سبز

فواصل نمونه برداری و بررسی					خواص
سالانه	شش ماه	فصلی	ماهانه	هفتگی	مورد پایش
تخم انگل نماتود	فلزات سنگین (کادمیوم- جیوه - سرب)	TSS - COD-DO-BOD آنیون (کربنات-بی‌کربنات- سولفات-کلرور) کاتیون (کلسیم- منیزیم- سدیم- پتاسیم) فکال کلی فرم - فسفر کل- ازت کل- نیترات	pH- TDS-EC	-	منابع آب سطحی
فکال کلی فرم - فسفر کل- ازت کل	آنیون (کربنات-بی‌کربنات- سولفات-کلرور) - کاتیون (کلسیم- منیزیم- سدیم- پتاسیم) نیترات	pH - EC-TDS	-	-	منابع آب زیرزمینی
فلزات سنگین شامل: روی، کادمیوم، جیوه و سرب نفوذپذیری و هدایت هیدرولیکی خاک- آزمایش خواص زیستی خاک	-	مواد آلی خاک- فسفر کل- ازت کل - ظرفیت تبادل یونی خاک	شوری خاک EC _e - قلیایییت خاک	-	خاک
-	تخم انگل نماتود	-	-	-	گیاهان

جدول ۶-۲۰- مراحل پایش استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبی‌پروری

فواصل نمونه برداری و بررسی					خواص مورد پایش
سالانه	شش ماه	فصلی	ماهانه	هفتگی	
بیماری‌های قارچی پوستی	کرم‌های انگلی شامل: آسکاریس، آنکی لوستوم دیودنال، تریکورس تریکورا، استرونژیلوئید استراکوراریس- تنیها- فاسیولا، شیس‌توزومیا	آزمایش از نظر بیماری‌های مرتبط با پساب شامل: حصه، شبه حصه، وبا، هپاتیت	معاینات کلینیکی	-	کارگران و ساکنین محدوده
- کرم‌های انگلی شامل: آسکاریس، آنکی لوستوم دیودنال، تریکورس- تنیها- فاسیولا، شیس‌توزومیا - فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب)	بیماری‌های باکتریایی و ویروسی مرتبط با پساب شامل: حصه، شبه حصه وبا، هپاتیت	-	-	-	مصرف کنندگان محصولات
-	-	- کرم‌ها (آسکاریس، تنیها، کلونورچیس، ایزتورچیز، فاسیولا، شیس‌توزومیا) - فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب)	- عوامل باکتریایی (اشریشیا کلی، ویبریو کلرا، شیگلا، سالمونلا)	-	ماهی‌ها
- تخم انگل نماتود - فلزات سنگین (کادمیوم- جیوه- سرب)	- آنیون (کربنات- بی‌کربنات- سولفات- کلرور) - کاتیون (کلسیم- منیزیم- سدیم- پتاسیم) - فکال کلی فرم- فسفر کل- ازت کل- نیترات	pH-TDS-EC-COD-TSS - DO-BOD	-	-	منابع آب سطحی
- تخم انگل نماتود - فلزات سنگین (کادمیوم- جیوه- سرب)	فکال کلی فرم فسفر کل- ازت کل- نیترات	- آنیون (کربنات- بی‌کربنات- سولفات- کلرور) - کاتیون (کلسیم- منیزیم- سدیم- پتاسیم)	pH-TDS-EC	-	منابع آب زیرزمینی

جدول ۶-۲۱- طرح مراحل مختلف پایش در استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در تغذیه مصنوعی

فواصل نمونه‌برداری و بررسی					خواص
مورد پایش	هفتگی	ماهانه	فصلی	شش ماهه	سالانه
منابع آب سطحی	-	pH-TDS-EC-COD-DO-TSS - BOD	- آنیون (کربنات-بیکربنات-سولفات-کلور) - کاتیون (کلسیم- منیزیم- سدیم- پتاسیم) - فکال کلی فرم- فسفر کل- ازت کل- نترات	فلزات سنگین (کادمیوم- جیوه- سرب)	تخم انگل نماتود
منابع آب زیرزمینی	-	pH-TDS-EC - فکال کلی فرم- فسفر کل- ازت کل- نترات	- آنیون (کربنات-بیکربنات-سولفات-کلور) - کاتیون (کلسیم- منیزیم- سدیم- پتاسیم)	تخم انگل نماتود	فلزات سنگین (کادمیوم- جیوه- سرب)
خاک	-	شوری خاک EC _e - قلیائیت خاک	مواد آلی خاک- فسفر کل- ازت کل- ظرفیت تبادل یونی خاک	فلزات سنگین شامل: روی، کادمیوم، جیوه و سرب	نفوذپذیری و هدایت هیدرولیکی خاک- آزمایش خواص زیستی خاک

۶-۳-۱۲- پایش محیط زیستی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی با شوری بالا

استفاده غیراصولی و ناصحیح از پساب‌ها و آب‌های برگشتی با شوری بالا منجر به تخریب تدریجی خاک مزارع و کاهش بهره‌وری اقتصادی این منابع شده است. برای پیشگیری از اثرات نامطلوب استفاده از این منابع، نیاز به ارائه برنامه پایش، با در نظرگیری تمام عناصر مرتبط می‌باشد. مهم‌ترین اثر استفاده از این منابع در کشاورزی افزایش شوری خاک و در مراتب بعدی افزایش شوری منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌باشد.

۶-۳-۱۲-۱- موارد مورد نظر در تنظیم برنامه پایش در طرح‌های استفاده از آب‌های برگشتی با شوری بالا

هدف اصلی در پایش عملیات استفاده از آب‌های برگشتی و زه‌آب‌های شور در کشاورزی بررسی تاثیر شوری آب مورد استفاده بر کیفیت منابع آب (سطحی و زیرزمینی)، خاک و میزان محصول تولیدی می‌باشد. بنابراین اجزای مورد نظر در پایش عملیات استفاده از آب‌های شور و لب‌شور در کشاورزی مطابق جدول (۶-۲۲)، شامل موارد زیر می‌باشد:

- منبع آب شور و یا لب شور مورد استفاده برای آبیاری

شامل بررسی (آنیون و کاتیون‌های اصلی، بر، pH, EC, SAR, TDS, RSC) می‌باشد که پیشنهاد می‌شود به صورت ماهانه در طول فصل زراعی اجرا شود. نتایج حاصل با جداول و استانداردهای موجود برای آب آبیاری از جمله جدول ویلکوکس مقایسه و مطلوبیت کیفی آن برای گونه‌های گیاه مورد نظر و خاک منطقه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

– منابع آب سطحی و زیرزمینی

شامل بررسی‌های کیفی منابع آب سطحی و زیرزمینی تاثیرپذیر از اجرای پروژه می‌باشد. در این بخش پیشنهاد می‌شود که پارامترهای کیفی (آنیون و کاتیون، غلظت بر، نیتрат، pH، EC، TDS) به صورت فصلی از منابع آب سطحی و زیر زمینی بررسی و آزمایش گردند.

– خاک

آزمایش‌ها و بررسی‌های خاک شامل تخلخل خاک، بافت خاک، میزان نفوذ آب در خاک، درجه رطوبت و یا درصد آب، دانه‌بندی خاک، pH، شوری خاک (EC_e)، قلیابیت خاک، میزان ازت کل، میزان فسفر کل، میزان روی (Zn)، میزان کادمیوم، آزمایش زیستی کیفیت خاک (به طریقی که ذکر شد)، ظرفیت تبادل یونی خاک می‌باشد. بررسی پارامترهای مذکور به صورت دو نوبت در طول فصل زراعی (ابتدا و بعد انتهای فصل کشت) توصیه می‌شود.

– محصولات کشاورزی

بررسی‌های این بخش شامل مطالعه و تعیین تاثیر استفاده از منابع آب شور و لب‌شور در میزان تولید محصول، در مقایسه با شرایطی است که از آب با کیفیت مناسب استفاده می‌شود.

جدول ۶-۲۲- برنامه پایش زیست محیطی در استفاده از منابع آب برگشتی شور

اجزای سامانه مورد بررسی	فواصل نمونه برداری و بررسی				
	روزانه	هفتگی	ماهانه	فصلی	شش ماهه سالانه
منبع آب مصرفی	میزان برداشت حجمی	pH- TDS- EC	آنیون (کربنات-بیکربنات- سولفات-کلرور) -کاتیون (کلسیم- منیزیم- سدیم- پتاسیم)	فسفر کل- ازت کل- نیترات- COD- BOD	فلزات سنگین (کروم - کادمیوم- جیوه - سرب)
خاک	-	شوری خاک EC_e	pH - قلیابیت خاک	نفوذپذیری- هدایت هیدرولیکی- ظرفیت نگهداری آب- مواد آلی - فسفر کل- ازت کل	فلزات سنگین (کروم، کادمیوم، جیوه، سرب)- ظرفیت تبادل کاتیونی خاک- روی
منابع آب سطحی	-	میزان حجمی جریان- pH- TDS-EC	آنیون (کربنات-بیکربنات- سولفات-کلرور) -کاتیون (کلسیم- منیزیم- سدیم- پتاسیم)	فسفر کل- ازت کل- نیترات COD-DO-BOD	فلزات سنگین (کادمیوم- جیوه - سرب) فکال کلی‌فرم

۴-۶- اقدامات کنترلی پیشنهادی در استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

۴-۶-۱- اقدامات کنترلی پیشنهادی

این اقدامات به اختصار شامل موارد زیر می‌باشد:

- تصفیه پساب‌ها تا حد رسیدن به استانداردهای مورد نظر

- اعمال محدودیت در کاربری این منابع
- به‌کارگیری روش‌های آبیاری متناسب با کیفیت پساب و گونه زراعی
- محافظت و اقدامات کنترلی برای افراد در معرض کاربرد پساب‌ها (کارگران و مصرف کنندگان)
- محافظت از خطوط انتقال پساب از تصفیه‌خانه تا محل مصرف
- رعایت فاصله از اماکن مسکونی و اجتماعات انسانی

۶-۴-۲- اقدامات مدیریتی برای کاهش اثرات سوء ناشی از شوری بالای این منابع

به‌طور کلی روش‌های مدیریتی برای کاهش اثرات سوء ناشی از استفاده از منابع آبی شور شامل موارد زیر می‌باشد:

- انتخاب گونه‌های مناسب و مقاوم به شوری
- اختلاط آب شور و شیرین برای بهبود کیفیت آب برای مصارف زراعی
- کاربرد نوبتی آب شور و شیرین
- استفاده از روش‌های آبیاری مناسب، به‌طوری‌که میزان تجمع املاح در محیط ریشه و بستر بذر حداقل باشد
- استفاده از آبی با کیفیت مناسب برای مراحل رشد گیاه (گیاهان در مرحله جوانه زنی از بیش‌ترین حساسیت به شوری برخوردار می‌باشند)

۶-۴-۳- هشدار در مواقع اضطراری

در مراحل مختلف پایش در صورت مواجهه با شرایط اضطراری (مانند افزایش شوری و یا قلیائیت خاک، خشک شدن گیاهان یا نزول کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک)، نتایج به صورت گزارش‌های هشداردهنده وضعیت خطرناک باید به مراجع ذیصلاح ارسال گردد. پیشنهاد می‌گردد یک سامانه هشدار در خروجی تصفیه‌خانه تعبیه گردد تا در مواقع اضطراری نسبت به اعلام موقعیت خطر اقدام گردد.

خلاصه‌ای از برنامه مراقبت پیشگیری و روش تقلیل اثرات پیش‌بینی شده در جدول (۶-۲۳) ارائه شده است.

جدول ۶-۲۳- خلاصه‌ای از برنامه مراقبت و روش تقلیل بر اساس اثرات پیش‌بینی شده

منبع تأثیرپذیر	عامل اثرگذار	نوع اثر	روش تقلیل	روش پایش
کارگران/کشاورزان	استفاده مستقیم پساب	احتمال ضعیف ابتلا به بیماری‌های انگلی، ویروسی و باکتریایی	حصول اطمینان از استاندارد بودن کیفیت پساب، رعایت بهداشت فردی، شستشوی دست‌ها، ظروف، استفاده از مواد ضدعفونی‌کننده، پرهیز از خوردن میوه‌های نشسته و...	- معاینات کلینیکی و پاراکلینیکی - تکمیل چک لیست موارد الزامی در هنگام کار
	تماس مستقیم با پساب	ابتلا به بیماری‌های باکتریایی، ویروسی، انگلی و قارچی	رعایت بهداشت فردی، پوشش مناسب هنگام کار (دستکش، کلاه، چکمه و ...)	- معاینات کلینیکی و پاراکلینیکی - تکمیل چک لیست موارد الزامی در هنگام کار
	گزیده شدن توسط حشرات ناقل مرتبط با آب	سلب آسایش و انتقال بیماری‌ها	بهبود شرایط آب‌های سطحی، حذف جایگاه‌های پرورش و تکثیر حشرات و استفاده از وسایل حفاظتی	- معاینات کلینیکی و پاراکلینیکی - تکمیل چک لیست موارد الزامی در هنگام کار

ادامه جدول ۶-۲۳- خلاصه‌ای از برنامه مراقبت و روش تقلیل بر اساس اثرات پیش‌بینی شده

منبع تأثیرپذیر	عامل اثرگذار	نوع اثر	روش تقلیل	روش پایش
محصول / مصرف کنندگان	عدم انطباق پارامترهای کیفی پساب با شرایط استاندارد	احتمال تجمع فلزات سنگین	توضیحات متن	آنالیز پساب مورد استفاده جهت آبیاری برای اطمینان یافتن از انطباق با شرایط استاندارد
	عدم دقت در هنگام برداشت محصولات جالیزی	ورود آلودگی زیستی در اثر قاج‌خوردگی محصولات جالیزی	نظارت بر نحوه برداشت و حمل و نقل محصولات جالیزی	چک وضعیت محصولات جالیزی از نظر عدم قاج‌خوردگی و زخمی شدن پوست محصولات
خاک	آبیاری با پساب و کشت گیاهان الگوی کشت پیشنهادی	احتمال تجمع فلزات سنگین	توضیحات متن	آنالیز پساب مورد استفاده جهت آبیاری برای اطمینان یافتن از انطباق با شرایط استاندارد

فصل ۷

ارائه برنامه آموزشی در بهره‌برداری

از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

۷-۱- کلیات

آنچه مسلم است آموزش و فرهنگ‌سازی در خصوص جایگزینی مصرف پساب‌ها و آب‌های برگشتی به جای منابع آب متعارف و بهره‌برداری صحیح از پتانسیل قابل توجه این منابع، یکی از اساسی‌ترین و پیچیده‌ترین فعالیت‌ها محسوب می‌شود. شاید به جرات بتوان گفت بدون آموزش و ترویج این فرهنگ، عملی نمودن آن نزد مصرف‌کنندگان و نیز دستیابی به اثربخشی مطلوب با کم‌ترین اثرات زیست‌محیطی و اجتماعی تقریباً غیرممکن خواهد بود.

با عنایت به مفهوم‌سازی اساسی در زمینه آب‌های برگشتی و پساب‌ها در فصول گذشته و برآورد حجم و توزیع این آب‌ها در کشور و اثرات مثبت و منفی استفاده از این منابع، در این بخش تلاش گردیده تا با ترسیم وضعیت موجود دستگاه‌های درگیر در ارتباط با امر آموزش و ترویج در تولید و مصرف این نوع آب‌ها و بیان نقاط ضعف و قوت آنها در نهایت یک الگو برای اجرای برنامه‌های آموزشی در کشور ارائه گردد. پیاده کردن یک برنامه آموزشی جامع و کاربردی در زمینه تولید و یا مصرف پساب‌ها و آب‌های برگشتی دارای اجزایی است که مهم‌ترین آنها شناسایی گروه‌های هدف و ارائه برنامه آموزش نحوه بهره‌برداری از این منابع برای هریک از گروه‌های هدف می‌باشد.

۷-۲- گروه‌های هدف برای آموزش

در امر استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی طیف گسترده‌ای از قشرهای مردمی و دولتی باید آموزش داده شوند که در این میان با عنایت به ضرورت اشاعه آن در بخش‌های تولید و مصرف، تصور بر آن است که سیاستمداران، سیاستگذاران، برنامه‌ریزان بخش آب، کشاورزی، صنعت، محیط‌زیست و بالاخره مصرف‌کنندگان این منابع باید مدنظر قرار گیرند. در مراجع قانونگذاری باید پشتوانه قانونی و مالی جهت اجرای طرح‌ها (از جمله آموزش و آگاهی رسانی) تصویب گردد و به دنبال آن عوامل اجرایی (دولت در سطوح مختلف) گام‌های عملی تحقق استفاده از این منابع را تدوین و عملیاتی نمایند. نهایتاً گروه‌های مصرف باید با استقبال از برنامه‌های دولتی نسبت به تغییر شرایط حاکم در جهت جایگزینی این نوع آب‌ها با منابع آب محدود کشور اقدام نمایند.

در جدول ۷-۱ اولویت‌های آموزشی متناسب با گروه‌های سه‌گانه ارائه شده است. در کشور ما به لحاظ جاری بودن معیارهای - شرعی در کاربرد این منابع (محصول فضولات مایع و جامد انسانی بوده و در اسلام از آنها به عنوان نجاست یاد می‌شود) لزوم آگاهی رسانی در سطوح علما و روحانیون از نقطه‌نظر حذف آلودگی‌ها و نجاست به دنبال تصفیه فاضلاب مورد تاکید قرار می‌گیرد، کمالین که این موضوع می‌تواند در سطوح سه‌گانه فوق نیز مدنظر قرار گیرد.

جدول ۷-۱- اولویت‌های آموزشی و ترویجی برای هر یک از گروه‌های سه‌گانه

ردیف	گروه اصلی	زیرگروه (گروه هدف)	اولویت آموزشی و ترویجی
۱	سیاست‌گذاران و قانونگذاران	- نمایندگان مجلس شورای اسلامی - اعضا هیات دولت	- ترسیم محدودیت‌های کمی و کیفی منابع آب کشور در سناریوهای مختلف - تبیین جایگاه و اهمیت استفاده از آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتمعارف (به ویژه فاضلاب‌های تصفیه شده) در دنیا - تبیین اقتصادی، اجتماعی و بهداشتی استفاده از آب آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتمعارف (به ویژه فاضلاب‌های تصفیه شده) در کشور
۲	دستگاه‌های اجرایی مرتبط	- وزارت نیرو - وزارت جهادکشاورزی - وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی - سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی - سازمان حفاظت محیط زیست - وزارت صنایع - وزارت کشور - و سایر	- ترسیم محدودیت‌های کمی و کیفی منابع آب کشور در سناریوهای مختلف - تبیین اثرات مثبت و منفی استفاده از آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتمعارف (به ویژه فاضلاب‌های تصفیه شده) با توجه به شرایط اقلیمی، جغرافیایی و ... - تبیین شیوه‌های تولید، ذخیره و استفاده از آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتمعارف با رویکرد رعایت استانداردها و دستیابی راندمان معقول - تبیین شیوه‌های مدیریت استفاده از منابع آب غیرمتمعارف و شور - تبیین نیازهای علمی، تخصصی، لجستیکی مورد نیاز استفاده از آب‌های غیرمتمعارف و شور - و سایر
۳	گروه‌های مصرف‌کننده	- کشاورزان - صنایع - محیط زیست - شیلات - سایر	- ترسیم محدودیت‌های محلی کمی و کیفی آب در افق‌های زمانی مختلف - تبیین شیوه‌های استفاده از آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتمعارف - تبیین کنترل اثرات مثبت و منفی کاربرد این نوع آب‌ها در فرایند خاص - تشریح نیازها و ابزارهای لازم برای به‌کارگیری آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتمعارف - سایر

۷-۳- برنامه آموزش نحوه بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

با توجه به پیچیدگی مدیریت عرضه و تقاضا در زمینه پساب‌ها و آب‌های برگشتی و ظرافت‌های حاکم بر نحوه ایجاد تغییر رفتار در قشرهای مختلف تولیدکننده و مصرف‌کننده تا به حال حتی کشورهای پیشرفته نیز به یک الگوی جامع دست نیافته‌اند. در این ارتباط کشورهایی پیشرفته الگوهایی برای آموزش یک گروه خاص به اجرا در آورده‌اند، ولی بررسی دقیق نشان می‌دهد که این الگوها با توجه به شرایط خاص فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی، قابل تعمیم به دیگر کشورها نمی‌باشد. در این زمینه راهبرد ترسیم شده در قالب «راهنمای ارتقاء و آگاهی عمومی در زمینه حفاظت آب» [۷]، به لحاظ جامعیت و قابل تعمیم بودن به این بخش مدنظر قرار گرفته و تلاش گردیده که هم در زمینه موضوع مورد بحث (استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی) و هم از حیث مطابقت با الگوها و هنجارهای کشور ایران مورد تدقیق و تطبیق قرار گیرد. براساس این راهنما، برنامه آموزش نحوه بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی می‌تواند دارای پنج گام راهبردی با رویکرد بالا به پایین به شرح ذیل باشد:

۷-۳-۱- گام اول- تشکیل یک کمیته مدیریتی

در موضوع آموزش اتکا به مدیریت فردی و یا تخصص خاص تامین‌کننده نیازها نخواهد بود. از این رو ایجاد یک کمیته مدیریتی از تخصص‌های مختلف نظیر محیط‌زیست، بهداشت، مهندسی آب، آبیاری، زهکشی، کشاورزی، جامعه‌شناسی، اقتصاددان، ارتباطات، پارک‌ها و فضای سبز مطابق شکل ۷-۱، خواهد توانست در قبال شرح وظایف آگاهی رسانی به شرح ذیل مفید باشد:

- سیاستگذاری و تعیین اولویت‌ها

- ارتباطات بین بخشی و فرابخشی
 - تعریف رقم‌های پروژه برای هر یک از فعالیت‌های مرتبط با برنامه
 - افزایش سطح حمایت‌های مالی و تخصیص آن
 - پایش و گزارش
- همگام با کمیته مدیریتی، می‌توان اقدام به تشکیل تیم‌های پروژه نمود که در آن اساساً انجمن‌های تخصصی بارزترین نقش را ایفا خواهند داشت. این تیم‌ها دارای وظایف زیر بوده و باید گزارش‌های خود را به کمیته مدیریتی ارائه نمایند:
- برنامه‌ریزی، اجرا و ارائه برنامه روزانه فعالیت‌ها
 - مدیریت بودجه‌بندی فعالیت‌ها
 - ایجاد مشارکت‌های محلی
 - ایجاد هماهنگی و ارتباط در سطوح کاری
 - افزایش میزان مشارکت محلی در زمینه جلب حمایت‌های مالی
 - تهیه گزارش پیشرفت کار و ارائه آن به کمیته مدیریتی
- کمیته مدیریتی نمی‌تواند به شکلی که در آن فقط یک سازمان مسوولیت و اختیارات کامل دارد اثربخش باشد. بلکه باید در راس هرم مدیریتی، کمیته به شکل هیات مدیره‌ای با اعضا متشکل از دستگاه‌های درگیر تشکیل و هر دستگاه نقش خود را در اجرای فعالیت راهبرد، آگاهی رسانی، تامین بودجه و هزینه نمودن آن اعمال نماید. هر یک از سطوح سه‌گانه یاد شده دارای شرح وظایفی به شرح زیر (نمودار ۷-۱) خواهند بود:



* سطح اجرایی محلی بسته به وضعیت بودجه، امکانات و ساختار می‌تواند ابقا و یا حذف شود.

نمودار ۷-۱- ساختار کمیته مدیریتی آموزش و ارتقا آگاهی‌های عمومی در زمینه استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

۷-۱-۱-۳- کمیته مدیریتی ستادی

- تدوین و تصویب برنامه‌های کلان کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت
- تصویب برنامه‌های عملیاتی - پیشنهادی از کمیته‌های منطقه‌ای
- تعیین شرح وظایف هر یک از دستگاه‌های دخیل در استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
- برنامه‌ریزی و تامین بودجه سالیانه برنامه‌های ارتقا آگاهی‌های عمومی در زمینه استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
- سیاستگذاری در خصوص مدیریت به‌هم پیوسته منابع آب با رویکرد استفاده بهینه از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
- هماهنگی ملی در بین دستگاه‌های مرتبط در راستای همسویی و همکاری در پیشبرد اهداف، آموزش و ارتقا آگاهی‌های عمومی
- برنامه‌ریزی برای تامین نیازهای آموزشی، لجستیکی برنامه‌های آموزشی و ارتقا آگاهی عمومی در سطح کشور
- تهیه و تصویب دستورالعمل، شیوه‌نامه و فرمت‌های نظارت، پایش و ارزشیابی برنامه‌های آموزشی و ارتقا آگاهی عمومی
- تهیه شاخص‌های ارزیابی منطقه‌ای
- انجام ارزیابی سالیانه منطقه‌ای بر اساس شاخص‌های در نظر گرفته شده
- ارائه گزارش سالیانه به کمیسیون آب و خاک مجلس شورای اسلامی

۷-۱-۲- کمیته مدیریت منطقه‌ای

- تدوین برنامه‌های عملیاتی سالانه آموزش و ارتقا آگاهی عمومی در زمینه استفاده پساب‌ها و آب‌های برگشتی در منطقه
- تهیه و طبقه‌بندی نیازهای آموزشی و اطلاعات سطوح مختلف با عنایت نوع آب غیرمتعارف و نوع مصرف
- هماهنگی بین بخشی و برون بخشی در جهت پیشبرد اهداف آگاهی رسانی در سطح منطقه
- تامین نیازهای اجرایی، آموزشی و لجستیکی برنامه‌های آگاهی رسانی در سطح منطقه
- بررسی و تصویب برنامه‌های سالیانه کمیته‌های استانی
- تخصیص و توزیع بودجه بر حسب برنامه‌های پیشنهادی کمیته‌های استانی
- نظارت بر فعالیت‌های کمیته‌های استانی از طریق نظارت و ارزشیابی
- تهیه شاخص‌های ارزیابی استانی و محلی
- انجام ارزیابی استانی و محلی هر شش ماه یکبار بر اساس شاخص‌های تعریف شده
- ارائه گزارش‌ها هر شش ماه یکبار به کمیته مدیریتی استانی

۷-۱-۳- کمیته‌های استانی

- تهیه برنامه‌های عملیاتی سالیانه در سطوح محلی به تفکیک برای مخاطبین مختلف جامعه هدف شامل:
 - شاغلین در پروژه‌های تصفیه و استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
 - استفاده کنندگان از این منابع (کشاورزان، صنایع، شیلات، محیط زیست و ...)

- ساکنین محدوده اجرای پروژه
 - استفاده کنندگان محصولات حاصل از کاربرد پساب‌ها و آب‌های برگشتی
 - برآورد و درخواست نیازهای مالی و لجستیکی از کمیته منطقه‌ای
 - اجرای برنامه ترویجی در بین کشاورزان و سایر مصرف‌کنندگان پساب‌ها و آب‌های برگشتی
 - بررسی و کنترل
 - بررسی و کنترل اثرات مثبت و منفی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
 - ارائه روش‌های سازه‌ای و غیر سازه‌ای تقلیل اثرات سوء ناشی از کاربرد پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف مختلف
 - اجرای برنامه‌های آگاهی رسانی در نزد عوامل اجرایی
 - ارائه گزارش‌های فصلی به کمیته مدیریت منطقه‌ای
- نوع پساب‌ها و آب‌های برگشتی، شرایط جغرافیایی، اقتصادی و اجتماعی در تعیین استراتژی آموزش و ساختار مدیریتی مربوط موثر می‌باشد.

۷-۳-۲- گام دوم- شناسایی و دسته‌بندی افراد ذینفع و ارائه برنامه‌های آموزشی

افراد ذینفع در این خصوص کسانی هستند که در حال حاضر از آگاهی رسانی ناکافی در زمینه تولید و بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی رنج می‌برند. به عبارت دیگر اثربخشی آموزش و آگاهی‌رسانی در زمینه مورد بحث در اثر شناسایی و تشریک مساعی با افرادی که دارای اهداف مشابه هستند، عملی می‌باشد. در این ارتباط باید کمیته‌های مدیریت در سطوح سه‌گانه اقدام به شناسایی ذینفعان نماید. در این زمینه دسته‌بندی زیر مفید خواهد بود.

۷-۳-۲-۱- ارائه برنامه‌های آموزشی برای شاغلین در مراحل مختلف تولید، ذخیره، انتقال، مصرف

- مدیران و کارشناسان سازمان‌های آب منطقه‌ای
- مدیران و کارشناسان شرکت‌های آب و فاضلاب روستایی و شهری
- مدیران و کارشناسان اداره کل صنایع
- مدیران و کارشناسان وزارت جهاد کشاورزی (بخش آبخیزداری)
- مشاورین و پیمانکاران
- سایر موارد

۷-۳-۲-۲- ارائه برنامه‌های آموزشی برای شاغلین در مراحل کنترل، نظارت و پایش

- مدیران و کارشناسان محیط‌زیست
- مدیران و کارشناسان سازمان آب منطقه‌ای استانی (بخش محیط‌زیست و کیفیت، دفاتر حفاظت کیفی و...)
- مدیران و کارشناسان شرکت آب و فاضلاب شهری و روستایی استانی

- مدیران و کارشناسان مراکز بهداشت و تغذیه
- مدیران و کارشناسان جهاد کشاورزی (بخش کنترل محصول و...)
- مدیران و کارشناسان شیلات
- مدیران و کارشناسان صنایع (کنترل فرایند و...)
- اساتید و دانشجویان
- سایر موارد

۷-۳-۳-۳- ارائه برنامه‌های آموزشی برای مصرف‌کنندگان، حاشیه‌نشینان و ساکنین محدوده اجرای پروژه‌های تصفیه و استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

- کشاورزان (تولیدکننده)
- صنایع (تولیدکننده)
- صاحبان مزارع پرورش (تولیدکننده)
- جوامع حاشیه نشین مناطق و ساکنین در محدوده اجرای پروژه‌های تصفیه و استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی (مصرف‌کننده و اثرپذیر)
- عامه مردم (به عنوان مصرف‌کننده)
- سایر موارد

کمیته‌های مدیریتی سطوح سه‌گانه بر حسب شرایط می‌تواند گروه‌هایی را از لیست حذف و یا اضافه نمایند.

۷-۳-۳-۳- گام سوم- تجزیه و تحلیل عوامل و متغیرهای تاثیرگذار در سطوح مختلف اجرایی

عوامل متعدد سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، محلی و حتی مذهبی در پیشبرد برنامه‌های استراتژیک آموزش و آگاهی‌رسانی در زمینه تولید و استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی اثرگذار می‌باشند که در زیر به اهم آن اشاره می‌گردد:

۷-۳-۳-۱- عوامل سیاسی

کمیته‌ی مدیریتی سیاستگذاری و برنامه‌ریزی ملی و منطقه‌ای در جهت نیل به اهداف خود، نیاز به مفهوم‌سازی و تبیین تهدیدها و فرصت‌ها در سطح ملی و منطقه‌ای و حتی جهانی در نزد سیاستگذاران، تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان می‌باشد. به عبارت دیگر کمیته‌های مدیریتی، سیاستگذاری و برنامه‌ریزی ملی و منطقه‌ای باید طی برنامه راهبردی در جهت صیانت از منابع آب محدود و اشاعه فرهنگ استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی اقدام نماید و لازمه آن تبیین مسایلی نظیر موارد زیر می‌باشد:

- عوامل و دلایل مشهود کمبودهای آب
- نقش آب در توسعه و جایگاه کشور و ارزش و اهمیت پساب‌ها و آب‌های برگشتی در این بخش
- نقاط ضعف و قوت ساختارهای موجود سازمانی در بخش‌های مختلف

- تعهد و الزام سیاسی به تامین آب کافی میان جوامع محروم از طریق تامین از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
- تعرفه‌های آب، استطاعت و میزان تمایل به پرداخت آن از سوی مصرف‌کننده آن

۷-۳-۳-۲- عوامل محلی

عوامل محلی به آن دسته از عوامل اطلاق می‌گردد که مربوط به محل بوده و مستقیماً با موضوع آب (عرضه و تقاضا) ارتباط دارد. در استان‌های پرباب می‌توان پساب‌های تصفیه‌شده را به عنوان نیاز زیست‌بوم رودخانه و دریاچه‌ها، تالاب‌ها (به شرط دستیابی به استاندارد کیفی مورد نظر) استفاده نمود و آب مازاد حاصل از آن را در بخش‌های دیگر مصرف نمود. حال آن که در استان‌های کم آب بهتر است به شکل استفاده تلفیقی از پساب‌ها و آب‌های برگشتی و آب‌های شیرین و یا استفاده نوبتی از آب‌های شیرین و غیرمتعارف و یا تغذیه مصنوعی و ... اقدام نمود.

۷-۳-۳-۳- عوامل بهداشتی

عوامل بهداشتی بیش‌تر در موضوع استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده (فاضلاب تصفیه نشده کلاً مردود می‌باشند) مطرح می‌باشد. ارتقا آگاهی و سطح دانش نیروهای درگیر در این امر (به ویژه کارکنان و کارگران شاغل در پروژه‌های تصفیه و استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی) از طریق برگزاری دوره‌های آموزشی کوتاه مدت و نیز آگاهی دادن به مردم در جهت پیشگیری از بروز انواع بیماری‌ها در کنار رفع مشکلات بهداشت روانی ناشی از استفاده از این نوع آب‌ها الزامی می‌باشد.

۷-۳-۳-۴- عوامل عمومی

در نزد استفاده‌کنندگان این منابع و هم‌چنین مصرف‌کنندگان محصولات یک رفتار امتناع‌گرانه حاکم بوده و توجه به این امر حایز اهمیت می‌باشد. کمیته‌های مدیریتی با تدوین و اجرای برنامه‌های آموزشی و ترویجی باید نسبت به تغییر این نوع رفتار اقدام نمایند. مطمئناً تبیین امتیازات بهداشتی، اقتصادی و زیست‌محیطی مصرف این آب‌ها نزد کشاورزان یا سایر بهره‌برداران و نیز اطمینان بخشی به جامعه در خصوص عدم وجود اثر سوء ناشی از مصرف محصولات مرتبط بسیار ارزشمند خواهد بود.

۷-۳-۳-۵- عوامل اقتصادی

ترسیم وضعیت نگران‌کننده محدودیت منابع آبی و ارزش اقتصادی آب و نیز اخذ آب بها کم‌تر از مصرف‌کنندگان پساب‌ها و آب‌های برگشتی در مقایسه با آب‌های متعارف از جمله راهکارهای ترغیب گروه‌های هدف نسبت به استفاده از این منابع می‌باشد. کمیته‌های مدیریتی باید نسبت به تبیین ارزش افزوده ناشی از مصرف این منابع و سهم آن در افزایش سود و تولید، فعالیت‌های تبلیغی و آموزش لازم را به مرحله اجرا در آورند.

۷-۳-۳-۶- عوامل فرهنگی و مذهبی

در اسلام از فاضلاب به عنوان نجاست نام برده شده و از لحاظ اصول مذهبی و شرعی استفاده از آنها گاه حرام تلقی شده است. لذا تبیین نقش پروسه تصفیه در استحاله و از بین بردن عوامل نجاستی نقش به سزایی در تمایل افراد به استفاده از این نوع آب‌ها و

متعاقبا محصولات حاصله خواهد داشت. در این میان آگاه‌سازی مردم به ویژه علما و روحانیون از شرایط حاکم و بهره‌گیری از حمایت‌های آنان به ترغیب مردم حایز اهمیت خواهد بود.

۷-۳-۳-۷- عوامل اقلیمی و جغرافیایی

قدر مسلم شرایط استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در اقلیم و شرایط جغرافیایی مختلف متفاوت از هم خواهد بود. به عنوان مثال برخورداری این منابع از نقطه انجماد پایین‌تر و نیز دمای بیش‌تر منجر به دیرتر یخ زدن آنها گردیده و می‌توان از این منابع برای مدت بیش‌تری در طول سال استفاده کرد. در مناطق گرم به لحاظ بالا بودن ضریب تبخیر و تخرق، از پتانسیل افزایش شوری و یا انتشار آئروسل بیش‌تری برخوردار بوده و هم‌چنین قدرت رشد و نمو میکروارگانیسم‌ها در فاضلاب‌هایی که صرفاً تصفیه اولیه و ثانویه را گذرانده نسبت به آب‌های متعارف بالا می‌باشد. از این رو آگاهی دادن به مصرف‌کنندگان این منابع از نظر این گونه تغییرات محیطی سودمند خواهد بود. در کشور ما عوامل فوق‌الذکر تاثیر عمیقی در کاربری این منابع داشته و کمیته‌های مدیریتی آموزشی و ارتقا آگاهی‌های عمومی باید در قالب برنامه راهبردی نسبت به بررسی محلی و رفع آنها از طریق اجرای برنامه‌های مرتبط اقدام نمایند.

۷-۳-۳-۸- شناسایی و دسته‌بندی گروه‌های هدف

در برنامه راهبردی آموزش و ارتقا آگاهی‌های عمومی استفاده از این منابع شناسایی گروه‌های اصلی هدف که نیازمند آگاهی یافتن و متقاعد شدن در زمینه مزایای اجرای برنامه‌های آموزشی برای عموم مردم می‌باشند، الزامی است. در ارتباط با گروه‌های فوق، قبلاً مطالبی بیان شده است و در این قسمت در قالب یک دسته‌بندی مشخص ضرورت‌ها و نیازهای هر کدام تشریح خواهد شد. در خصوص پساب‌ها و آب‌های برگشتی شاید بتوان گروه‌های اصلی هدف را به شرح زیر دسته‌بندی نمود:

- سیاستگذاران و قانونگذاران
- دستگاه‌های اجرایی مرتبط با موضوع استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
- متخصصان منابع آب و محیط زیست
- متخصصان تامین آب و دفع بهداشتی فاضلاب (شهری، روستایی و صنعتی)
- سازمان‌های غیردولتی (NGO ها)
- آموزگاران، مربیان و اساتید
- کارکنان بهداشت (بهداشت عمومی، بهداشت محیط، بهداشت کار و تغذیه)
- رسانه‌های گروهی
- رهبران مذهبی
- تعاونی‌های آب‌بران، کشاورزان و آبی‌پروران
- صاحبان صنایع
- سایر جوامع مصرف‌کنندگان
- شوراها و کارکنان شهرداری

۷-۳-۳-۹- نقش ابزارهای رسانه‌ای در راهبرد آگاهی رسانی در کاربرد پساب‌ها و آب‌های برگشتی

رادیو، تلویزیون، سینما، روزنامه‌ها، مجلات، تابلوهای اعلانات بزرگ، بروشور، اینترنت و نظایر آن دارای نقش مهمی در رابطه با آگاهی رسانی و آموزش می‌باشند. پس از لحاظ نمودن درجه دسترسی جوامع استانی و محلی به هر یک از کانال‌های رسانه‌ای فوق، راهبرد آگاهی رسانی در زمینه استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی باید تعیین نماید که بهترین نحوه به‌کارگیری آنها به منظور رساندن پیام‌های مرتبط به مصرف‌کنندگان این منابع چگونه باید باشد. باید طرحی مابین متخصصان صنعت آب کشور، وزارت جهاد کشاورزی، وزارت صنایع، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، سازمان حفاظت محیط زیست و گروه‌های رسانه‌ای در رابطه با نحوه مشارکت در کارها وجود داشته باشد که این طرح آموزش متخصصان آب، کشاورزی، صنایع و ... را در زمینه روابط رسانه‌ای و نیز آموزش متخصصان رسانه را در رابطه با موضوعات مرتبط با جنبه‌های مختلف بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی و حفاظت آب شامل شود. چنین استنباط می‌شود که در شرایط فعلی یک پل شکسته مابین رسانه‌های گروهی و دستگاه‌های تخصصی از جمله آب، کشاورزی و صنعت وجود دارد که ترمیم آن نیازمند درک اصولی هر یک از توانمندی‌ها و ضرورت‌های طرف مقابل می‌باشد. در گروه رسانه‌ای مسلماً هر یک از ابزارها و روش‌ها از مزایا و معایب مربوط به خود برخوردار خواهد بود. در این ارتباط انتقال پیام آموزشی به گروه‌های دخیل در برنامه‌ریزی، تولید و استفاده از این منابع از طریق ابزارهای اشاره شده در جدول (۷-۲) توصیه می‌گردد.

با توجه به محاسن و معایب ذکر شده در جدول (۷-۲) تصور بر آن است که بهره‌گیری از رادیو و تلویزیون به لحاظ انعطاف‌پذیری و دامنه وسیع گسترش در کشور از ارجحیت برخوردار بوده و این موضوع بالاخص در خصوص تغییر رفتار گروه‌های استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی بسیار تاثیرگذار خواهد بود. کما این که در سطوح سیاستگذاران و برنامه‌ریزان تهیه مطالب مرتبط در بروشور، روزنامه‌ها و مجلات نیز از ارزش زیادی برخوردار خواهد بود.

نقش علما، ائمه جمعه، جماعات و روحانیون در تغییر رفتارهای جامعه بالاخص گروه‌هایی که در بعد مصرف آب‌های غیرمتعارف به ویژه پساب‌ها و آب‌های برگشتی و محصولات حاصل از آن از ریشه‌های اعتقادی برخوردارند، بسیار حایز اهمیت خواهد بود. بنابراین یکی از فعالیت‌های کمیته‌های مدیریتی راهبردی (نمودار ۷-۱) آگاهی‌رسانی و افزایش سطح اطلاعات این قشر از جامعه و مشارکت آنان جهت جایگزینی فاضلاب‌های تصفیه‌شده با آب‌های محدود کشور خواهد بود.

جدول ۷-۲- جایگاه، مزایا و معایب ابزارهای رسانه‌ای در راهبرد آگاهی رسانی و در پساب‌ها و آب‌های برگشتی

ردیف	ابزار رسانه‌ای	گروه هدف تحت پوشش	مزایا	معایب
۱	رادیو	تمام گروه‌های هدف اعم از سیاستگذاران، برنامه‌ریزان، تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان	<ul style="list-style-type: none"> - از گستره پوشش بسیار وسیعی در کشور برخوردار است. - امکان تهیه برنامه به زبان محلی وجود دارد. - کم هزینه‌ترین ابزار رسانه‌ای می‌باشد. - متأثر از شرایط محیطی و محدودیت‌های آن نمی‌باشد. - امکان استفاده در هر مکان و محلی وجود دارد. - از پوشش زمانی زیادی برخوردار می‌باشد. - انعطاف‌پذیری در تولید برنامه‌ها زیاد می‌باشد. 	<ul style="list-style-type: none"> - تنها امکان القا مطلب و پیام از طریق یکی از حواس پنج‌گانه مقدور می‌باشد.
۲	تلویزیون	تمام گروه‌های هدف اعم از سیاستگذاران، برنامه‌ریزان، تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان	<ul style="list-style-type: none"> - از گستره مکانی وسیعی در کشور برخوردار است. - امکان تهیه برنامه به زبان محلی در سطوح استانی وجود دارد (در استان‌های دارای شبکه مستقل) - امکان القا مطلب با بهره‌گیری از چند حواس پنج‌گانه مخاطب وجود دارد. 	<ul style="list-style-type: none"> - پرهزینه می‌باشد. - در فضای محدود خانه، منزل و محل کار قابل استفاده است - تمام نقاط کشور به طور کامل پوشش داده نشده است.

ادامه جدول ۷-۲- جایگاه، مزایا و معایب ابزارهای رسانه‌ای در راهبرد آگاهی‌رسانی و در پساب‌ها و آب‌های برگشتی

ردیف	ابزار رسانه‌ای	گروه هدف تحت پوشش	مزایا	معایب
۳	سینما	سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان و در مواردی تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان	<ul style="list-style-type: none"> - امکان القا مطلب با بهره‌گیری از چند حواس پنج‌گانه - مخاطب وجود دارد. - از پوشش زمانی و مکانی دلخواه برخوردار است - ابتکار عمل در دست تهیه‌کننده می‌باشد 	<ul style="list-style-type: none"> - در کشور از توسعه کافی برخوردار نیست - امکان استفاده از آن به طور اختصاصی برای پیام‌های مرتبط با موضوع مورد نظر کم بوده و از استقبال کافی برخوردار نخواهد بود مگر آن که در محیط‌های روستایی در فضاهای روباز اجرا گردد.
۴	روزنامه	سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان و تا حدودی تولیدکنندگان	<ul style="list-style-type: none"> - انعطاف در تولید انتشار مطلب زیاد می‌باشد. - امکان پرداختن به موضوع به طور تسلسل در روزهای متعدد وجود دارد. - قابل استفاده در مکان‌های مختلف می‌باشد. - نسبتاً ارزان می‌باشد. 	<ul style="list-style-type: none"> - کشاورزان دسترسی به آن نخواهند داشت. - نیاز به سواد خواندن و نوشتن می‌باشد. - از دامنه توزیع وسیعی در کشور برخوردار نمی‌باشد.
۵	مجلات	سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان و تا حدودی تولیدکنندگان	<ul style="list-style-type: none"> - می‌توان به صورت تخصصی به موضوع پرداخت. - قابل استفاده در مکان‌های مختلف می‌باشد. - تا حدودی انعطاف در تولید و انتشار مطلب وجود دارد. - نسبتاً ارزان است. 	<ul style="list-style-type: none"> - از دامنه توزیع وسیعی در کشور برخوردار نمی‌باشد. - انتشار مطالب پیوسته در ماهنامه‌ها و فصل‌ها از مفهوم موضوع خواهد کاست. - نیاز به خواندن و نوشتن وجود دارد.
۶	تابلو بزرگ اعلانات	گروه‌هایی که در شهرهای بزرگ زندگی می‌کنند	<ul style="list-style-type: none"> - از پوشش زمانی و مکانی دلخواه برخوردار است - ابتکار عمل در دست تهیه‌کننده می‌باشد. - کم‌هزینه است 	<ul style="list-style-type: none"> - با توجه به ویژگی موضوع استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی، استفاده از این ابزار منطقی نخواهد بود. - بیش‌تر امکان استفاده در شهرها را دارد
۷	بروشور	تمام گروه‌های هدف اعم از سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان، تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان	<ul style="list-style-type: none"> - قابل دسترس در اقصی نقاط کشور می‌باشد. - امکان نگهداری و استفاده در هر مکان و محلی وجود دارد. - از پوشش زمانی زیادی برخوردار می‌باشد. - در مکان‌های مختلف قابل استفاده می‌باشد. - تهیه آن راحت و کم هزینه است. - با توجه به گروه‌های هدف، تنوع زیادی می‌تواند داشته باشد. 	<ul style="list-style-type: none"> - نیاز به خواندن و نوشتن دارد - از نظر حجم مطالب قابل ارائه دارای محدودیت است

۷-۳-۴- گام چهارم- تامین منابع مالی

یکی دیگر از وظایف کمیته یا کمیته‌های مدیریتی اشاره شده در نمودار ۷-۱، پیش‌بینی و تامین منابع مالی جهت انجام برنامه‌های آموزش و آگاهی‌رسانی در زمینه تولید و مصرف آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتعارف (به ویژه پساب‌ها و آب‌های برگشتی) خواهد بود. در این ارتباط تهیه طرحی شفاف، روشن و در عین حال مختصر در خصوص تامین منابع مالی ضروری خواهد بود. در این ارتباط ذکر این نکته ضروری خواهد بود که هر چند در مقام عمل و در فاز کوتاه مدت ممکن است سود حاصل از جایگزینی پساب‌ها و آب‌های برگشتی به جای آب‌های متعارف (به ویژه پساب‌ها و آب‌های برگشتی) در مقابل هزینه‌های صورت گرفته قابل توجیه نباشد ولی قدر مسلم در درازمدت سود حاصل از این جایگزینی به لحاظ ارزش ذاتی و اختصاصی آب‌های شیرین کشور بسیار چشمگیر خواهد بود. هر چند برآورد هزینه‌های مرتبط با برنامه‌های آموزش و آگاهی‌رسانی در زمینه مورد بحث دشوار است ولی برآورد نسبتاً منطقی لازمه تداوم فعالیت راهبردی خواهد بود. در ارتباط با منابع مالی این فعالیت می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- تخصیص ردیف اعتباری مشخص در بودجه متمرکز سالیانه کشور در جهت ارتقا آگاهی عمومی در زمینه حفاظت آب و

بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

- از محل درآمدهای منطقه‌ای و استانی

- درصدی از درآمدهای واحدهای تابعه وزارت نیرو (شرکت‌های تخصصی و شرکت‌های تابعه آب و آب و فاضلاب استانی) و وزارت جهاد کشاورزی و شرکت‌های تابعه منطقه‌ای و استانی و یا محلی آن
- از محل منابع خارجی و سازمان‌های بین‌المللی (GEF^۱، بانک جهانی، بانک توسعه اسلامی، ICID^۲، JICA^۳ و غیره)
- تامین از بخش خصوص (در صورت خصوصی‌سازی برنامه‌ریزی و استفاده از این آب‌ها)
- از محل اعتبارات سالیانه صدا و سیما
- سایر

۷-۳-۵- گام پنجم- اجرای برنامه‌های استراتژیک، آموزش و آگاهی رسانی

آن‌چه تا به حال بیان گردید، فرایند دستیابی به یک برنامه استراتژیک، آموزش و ارتقا آگاهی‌های عمومی در زمینه استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی بود که با اتکا به تجارب جهانی و ملحوظ داشتن مولفه‌های داخلی تلاش گردید چارچوب کلی موضوع به شکل قابل فهم ترسیم گردد. لیکن اجرای آن در گروه‌های هدف نیازمند جز نگر و تبیین الزامات مربوط خواهد بود که به شرح زیر شیوه اجرا در دو مرحله کوتاه‌مدت و بلندمدت تشریح می‌گردد.

۷-۳-۵-۱- مرحله کوتاه مدت

در این مرحله در طی مدت ۱/۵-۲ سال، بسترهای لازم از حیث الزامات قانونی، ساختار لازم، منابع و اعتبارات مالی، شناسایی گروه‌های هدف و تعیین مشخصه‌ها و نیازهای آنها، ابزارهای ارتباطی لازم نظایر آن مشخص خواهد گردید. بنابراین این مرحله شامل تبیین جایگاه و اهمیت موضوع نزد قانونگذاران و کارگزاران دولت خواهد بود که در قالب برگزاری کارگاه‌ها و سمینارها، دوره‌های آموزشی کوتاه‌مدت صورت خواهد گرفت.

با توجه به نقش محوری وزارت نیرو و شرکت‌های تابعه آن و وزارت جهاد کشاورزی و شرکت‌های تابعه آن، تامین نیازهای مالی و لجستیکی این اقدام و برنامه‌ریزی برای این مهم توسط این دو ارگان خواهد بود. مجموعه اقدامات مرحله کوتاه‌مدت برنامه استراتژیک آگاهی‌رسانی و آموزش در خصوص استفاده از این منابع را می‌توان به شرح زیر دسته‌بندی نمود:

- جلب پشتوانه سیاسی در جهت راه‌اندازی و حمایت همه جانبه از کمیته‌های مدیریتی در سطوح ملی، منطقه‌ای و محلی
- جلب حمایت قانونگذاران برای تقویت پشتوانه‌های قانونی و ضرورت همکاری رسانه‌های ملی در پیشبرد اهداف
- تهیه، تدوین و برنامه‌ریزی برنامه‌های عملیاتی در سطوح مختلف
- برآورد و تامین نیازهای مالی برنامه‌های آگاهی رسانی به همراه نیازهای لجستیکی آن
- تعیین گروه‌های هدف و مشخصه‌های هر کدام از آنها
- اصلاح ساختارهای موجود در دستگاه‌های اجرایی با رویکرد امکان پیشبرد برنامه‌های استراتژیک
- افزایش دانش تخصصی عوامل اجرایی از طریق بهره‌گیری از تجارب بین‌المللی

1- Global Environmental Facility

2- International Commission an irrigation and Drainage

3- Japan international Cooperaion Agency

- پهنه‌بندی منطقه‌ای و استانی براساس سطح فرهنگ و علایق مردم، محدودیت منابع آب، امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، رسانه‌ای و نیز فرصت‌ها و تهدیدها
- شناسایی شرکا و حامیان برنامه‌های راهبری نظیر ائمه جماعات، آموزگاران، اساتید، مروجین، آبران، NGOها و غیره
- تعیین پیام‌ها و ابزارهای اطلاع‌رسانی به تفکیک هر کدام از گروه‌های هدف
- تعریف شاخص اندازه‌گیری در جهت ارزیابی میزان اثر و اعمال راهکارهای اصلاحی
- بازنگری برنامه‌ها بر اساس شاخص‌های ارزیابی تعریف شده (بند ۷-۳-۶)

۷-۳-۵- مرحله بلندمدت

در این مرحله طی دوره ۵-۸ سال، عملیات اجرایی برنامه‌های آموزش و آگاهی‌رسانی در سطوح مختلف جامعه و براساس گروه‌های هدف تعیین شده شروع و به مرحله اجرا در خواهد آمد. مسلماً فرایند این مرحله همگام با تامین کامل نیازها، نظارت و کنترل میزان اثربخشی فعالیت‌ها صورت خواهد گرفت و در پایان این مرحله تغییر رفتار جامعه در جهت مشارکت برای حفاظت از منابع آب شیرین و بهره‌گیری عاقلانه از پساب‌ها و آب‌های برگشتی مشهود و قابل اندازه‌گیری خواهد گردید.

۷-۳-۶- ارزیابی اثربخشی فعالیت‌های آموزش در زمینه استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

در این مرحله با تعیین یک سری نقاط مینا در ابتدای کار، پیشرفت برنامه‌ها در قبال فعالیت‌های زمان‌بندی شده، اهداف دست یافته و بودجه منظور شده توسط کمیته‌های مدیریتی برنامه مورد پایش قرار خواهد گرفت. کمیته‌های مدیریتی نیز به نوبه خود گزارش‌های پیشرفت کار واصله از سوی تیم‌های پر شده را ادغام و پیشرفت کلی حاصله را در قبال طرح اجرایی پیشنهادی مورد پایش قرار خواهد داد. ارزشیابی این نوع پایش افراد را قادر می‌سازد تا براساس یک سری اصول منطقی اقدام به تصمیم‌گیری نمایند تا بدین ترتیب برنامه طبق روال عادی خود پیش رود که از جمله این اصول می‌توان به تخصیص محور منابع مالی، انسانی و تدارکاتی فعالیت‌ها اشاره نمود.

باید توجه شود که ایجاد تغییر رفتار در مردم از اقدامات پیچیده محسوب شده و نمی‌توان دستیابی به صددرصد اهداف از پیش تعیین شده را که همانا تغییر رفتار و مشارکت کلیه افراد تحت آموزش خواهند بود به عنوان شاخص مطلوب قلمداد نمود و دستیابی به ۷۰-۸۰ درصد شاخص‌ها می‌تواند نویدبخش فعالیت‌های مطلوب باشد. عوامل و شاخص‌های زیر در موضوع استفاده از این منابع قابل توجه و بررسی می‌باشد:

- میزان مهار و استفاده حجمی از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
- میزان تعدیل در سفره‌های آب زیرزمینی ناشی از جایگزینی با پساب‌ها و آب‌های برگشتی
- میزان تغییر الگوی کشت براساس استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
- میزان استفاده حجمی از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
- سطح اراضی توسعه یافته براساس استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
- میزان افزایش محصول و ارزش افزوده کشاورزی و صنعتی ناشی از استفاده و یا جایگزینی پساب‌ها و آب‌های برگشتی

- میزان تقاضای استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
- میزان افزایش اعتبارات ملی، منطقه‌ای، استانی و محلی در جهت توسعه زیربنایی فعالیت‌های استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی
- تعداد قوانین و مقررات وضع شده در ارتباط با مدیریت ساماندهی این منابع
- تعداد کارگاه‌ها، سمینارها و دوره‌های آموزشی برگزار شده در ارتباط با موضوع مورد بحث
- میزان افزایش سهم مقوله حفاظت از منابع آب در کتب درسی
- میزان فارغ‌التحصیلان دانشگاهی در ارتباط با مدیریت آب‌های مورد بحث

پیوست

واژه نامه

Biochemical Oxygen Demand (BOD)	اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی
Benzene Hexachloride (BHC)	بنزن هگزاکلراید
Cation Exchange Capacity(CEC)	ظرفیت تبادل کاتیونی
Chemical Oxygen Demand (COD)	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی
Dichloro Diphenyl trichloroethane (DDT)	سم د.د.ت
Dissolved Oxygen (DO)	اکسیژن محلول
Electrical conductivity (EC)	هدایت الکتریکی
Environmental Protection Agency (EPA)	آژانس حفاظت محیط زیست
Faecal Coliform (FC)	فکال کلی فرم (کلی فرم مدفوعی)
Food and Agriculture Organization (FAO)	سازمان خوار و بار جهانی
Global Environmental Monitoring System (GEMS)	سیستم جهانی پایش محیط زیست
Heavy metals (HM)	فلزات سنگین
Microelements	عناصر کمیاب
probable number (MPN) Most	بیشترین احتمال آماری کلی فرم در صد میلی لیتر
Nematode egg (NE)	تخم انگل
Nephelometric Turbidity Units (NTU)	واحد سنجش کدورت
Nitrogen. Phosphor. Potassium (N.P.K)	نیتروژن، فسفر، پتاسیم
Polychlorinated byphenyl (PCB)	پلی کلرو بی فنیل
Sodium Absorption Ratio (SAR)	نسبت جذب سدیم
Total Coliform (TC)	کلی فرم کل
Total Dissolved Solid (TDS)	غلظت کل جامدات محلول
Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)	نیتروژن کل به روش کجلدال
Total Organic Carbon (TOC)	کربن کل آلی
Total Phosphor (TP)	فسفر کل
Total Suspended Solid (TSS)	کل مواد معلق
United States Environmental Protection Agency (USEPA)	آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا
Volatile Suspended Solids (VSS)	جامدات معلق فرار
World Health Organization (WHO)	سازمان بهداشت جهانی

منابع و مراجع

- ۱- آیین‌نامه‌های اجرایی بند (ج) ماده ۱۰۴ و ماده ۱۳۴ قانون برنامه سوم توسعه، ۱۳۸۰، سازمان حفاظت محیط زیست ایران.
- ۲- اسماعیلی، حسن. ۱۳۷۶. بررسی نیاز آبی شهر مشهد و امکان جایگزینی فاضلاب‌های خانگی تصفیه شده با آب‌های مورد استفاده در آبیاری دشت مشهد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته آبیاری. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۳- بهروز، رضا. ۱۳۸۲. مدیریت استفاده از فاضلاب در کشاورزی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. گروه آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- ۴- پرهام، هوشنگ، نعمت‌الله جعفرزاده و میرمه‌دیوانی. ۱۳۸۱. بررسی کیفیت فاضلاب خروجی صنایع بزرگ فلزی در اهواز. مجله فولاد، شماره ۳۴.
- ۵- پیرنیا، س، خ میرابزاده و ع کشاورز. ۱۳۷۵. آلودگی منابع آب و توسعه کشاورزی پایدار، مجموعه مقالات اولین کنگره سیاست‌گذاری امور زیربنایی در بخش کشاورزی. ۲۶۵-۲۵۵
- ۶- ترابی‌ان، علی. ۱۳۷۸. آبیاری فضای سبز با پساب تصفیه شده تصفیه‌خانه‌های تهران. مجله آب و فاضلاب شماره ۲۹. مهندسين مشاور طرح و تحقيقات آب و فاضلاب (اصفهان) صفحات ۳۱ الی ۳۶.
- ۷- ثابت‌رفتار، عالی‌ه و حکیم‌پور، کوروش. راهنمای ارتقاء آگاهی عمومی در زمینه حفاظت آب. نشریه شماره ۸۱ از سری نشریات منابع آب سازمان ملل. ترجمه سال ۱۳۸۰.
- ۸- جبلی، سید جلال. ۱۳۸۰. راه‌کارهای کاهش اثرات سوء پساب‌های کشاورزی. مجموعه مقالات همایش اثرات زیست محیطی پساب‌های کشاورزی بر آب‌های سطحی و زیرزمینی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی، صفحات ۲۴-۱۲.
- ۹- جعفرزاده حقیقی. نعمت‌اله. ۱۳۷۵. تاثیر فاضلاب شیراز در آبیاری محصولات کشاورزی بر افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک و برخی محصولات کشاورزی. دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور. صفحات ۳۱۰-۳۰۳.
- ۱۰- حسن اقلی. علیرضا، عبدالمجید لیاقت و مهدی میرابزاده. ۱۳۸۱. تغییرات میزان موادآلی خاک در نتیجه آبیاری یا فاضلاب‌های خانگی و خودپالایی آن. مجله آب و فاضلاب، شماره ۴۲، صفحات ۱۱-۲.
- ۱۱- حسینی، مرادعلی. ۱۳۷۶. طرح پژوهشی دفع فاضلاب بولیوار از طریق زمین و استفاده مجدد از فاضلاب در جنوب استرالیا، مجله آب و توسعه سال پنجم صفحات ۷۰-۶۴.
- ۱۲- خرقانی، کیوان. ۱۳۷۵. تاثیر فاضلاب‌های تصفیه شده خانگی بر کیفیت و عملکرد گیاهان خیار و هویج و خصوصیات خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۳- دفتر حقوقی و امور مجلس سازمان حفاظت محیط زیست ایران. ۱۳۷۹. مجموعه قوانین و مقررات حفاظت محیط زیست ایران. جلد اول و دوم.
- ۱۴- راهنمای مطالعات کیفی منابع آب، ۱۳۸۰، دفتر بررسی آلودگی آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست ایران (نشریه داخلی).

- ۱۵- زاد هوش، عادل. ۱۳۷۵. بررسی اثرات استفاده از پساب بر خاک و گیاه. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- ۱۶- سازمان مدیریت منابع آب ایران. ۱۳۸۰. شیوه نامه استفاده از آب های بازیافتی. بخش نامه شماره ۴۵۸۶/۳۱/۱۰۰.
- ۱۷- سازمان مدیریت منابع آب ایران. ۱۳۸۶. بخش نامه، شماره ۸۷۵۱۲/۷۰۰، استفاده از آب های باز یافتی.
- ۱۸- معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور. راهنمای طبقه بندی کیفیت آب خام، پساب ها و آب های برگشتی برای مصارف صنعتی و تفرجی. نشریه شماره ۴۶۲.
- ۱۹- سحری، محمد علی و رضا صراف پور. ۱۳۷۹. بررسی امکان و نحوه استفاده مجدد از فاضلاب کارخانجات صنایع غذایی. نشریه دانشور، سال هشتم، شماره ۳۱، صفحه ۱۱۵-۱۱۹.
- ۲۰- سوری، حمید رضا. ۱۳۸۱. مقایسه اثرات آبیاری با فاضلاب خام و تصفیه شده بر رشد ذرت. گروه آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- ۲۱- شرکت مهندسين مشاور جاماب. طرح مطالعات برنامه سازگاری با اقلیم خشک و نیمه خشک. گزارش آب مورد نیاز شرب شهری و روستایی. (بهمن ۱۳۸۳). سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.
- ۲۲- شرکت مهندسين مشاور جاماب. طرح مطالعات برنامه سازگاری با اقلیم خشک و نیمه خشک. گزارش آب مورد نیاز صنعت و معدن. (بهمن ۱۳۸۳). سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.
- ۲۳- شرکت مهندسين مشاور جاماب. طرح مطالعات برنامه سازگاری با اقلیم خشک و نیمه خشک. گزارش بررسی آب های غیر متعارف در کشور (تیر ۱۳۸۶). سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.
- ۲۴- شیشه گر، ع. ۱۳۷۲، «مقایسه تطبیقی آلودگی های فاضلاب های صنعتی ایران»، سازمان حفاظت محیط زیست.
- ۲۵- صفری سنجابی، علی اکبر و شاپور حاج رسولی ها. ۱۳۷۹. ارزیابی کیفیت پساب تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان برای کشاورزی. مجله آب و فاضلاب، شماره ۳۳، صفحات ۲۶-۲۰.
- ۲۶- طرح ساماندهی آب های سطحی جنوب تهران- گزارش کیفیت منابع آب مهندسين مشاور یکم (۱۳۸۶)
- ۲۷- عابدی کوپایی، جهانگیر و محمدرضا باقری. ۱۳۸۰. اثرات زیست محیطی آبیاری با پساب تصفیه شده بر منابع آب زیرزمینی. مجموعه مقالات همایش اثرات زیست محیطی پساب های کشاورزی بر آب های سطحی و زیرزمینی. شماره انتشار ۵۳ کمیته ملی آبیاری و زهکشی
- ۲۸- عابدی. محمد جواد، سعید نی ریزی، نادر ابراهیمی بیرنگ، مهدی ماهرانی، ناصر مهرداد و هومن خالدی. ۱۳۸۱. استفاده از آب های شور در کشاورزی پایدار. گروه کار سیستم آبیاری در مزرعه کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره انتشار ۶۹.
- ۲۹- عابدی، جهانگیر و محمدرضا باقری. ۱۳۸۰. اثرات زیست محیطی آبیاری با پساب تصفیه شده بر منابع آب زیرزمینی. مجموعه مقالات همایش اثرات زیست محیطی پساب های کشاورزی بر آب های سطحی و زیرزمینی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی.
- ۳۰- عزیزاده. امین، غلامحسین حقنیا و ابوالقاسم نقیعی. ۱۳۷۵. استفاده از فاضلاب تصفیه شده خانگی در آبیاری. دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور، صفحه ۳۵۳-۳۳۳.

- ۳۱- عزیزاده، امین و عرفانی ۱۳۷۷ و ۱۳۷۵. استفاده از فاضلاب تصفیه شده در آبیاری چغندرقد، هویج و خیار. وزارت نیرو، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، گزارش نهایی طرح پژوهشی.
- ۳۲- قنبر علی، محمود. ۱۳۷۵. تصفیه فاضلاب‌های جنوب شهر تهران به روش برکه‌های تثبیت به منظور استفاده مجدد در کشاورزی. پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی محیط زیست. دانشگاه صنعتی شریف.
- ۳۳- کلباسی، محمود و سید فرهاد موسوی. ۱۳۷۹. تغییرات کیفیت زه‌آب زهکش‌های مهم تخلیه شونده به زاینده رود و اثر آنها بر این رودخانه در یک دوره یکساله. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، جلد چهارم، شماره سوم.
- ۳۴- کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، زه‌آب‌های کشاورزی، نشریه شماره ۴۳ سال ۱۳۸۰.
- ۳۵- کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، زهکشی کمیت و کیفیت جریان‌های برگشتی، نشریه شماره ۵۷ سال ۱۳۸۱.
- ۳۶- محمودیان، سیدعلی ۱۳۷۵. طرح‌های آلودگی منابع آب کشور. بولتن کمیسیون آب شورای پژوهش‌های علمی کشور، شماره ۱۷. صفحات ۱۹-۲.
- ۳۷- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۶۴. ویژگی‌های پساب‌های صنعتی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. شماره استاندارد ۲۴۳۹. چاپ اول، تیر ماه ۱۳۶۴.
- ۳۸- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۶. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. شماره استاندارد ۱۰۵۳، چاپ پنجم، تیر ماه ۱۳۷۶.
- ۳۹- مهرداد، ناصر، مهرداد عدل و محمدرضا زرنکابی ۱۳۸۰. مدیریت صنعت زه‌آب‌های کشاورزی. گروه کار اثرات زیست محیطی طرح‌های آبیاری و زهکشی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. شماره انتشار ۴۲.
- ۴۰- مهندسین مشاور یکم. ۱۳۸۴. پروژه تدوین برنامه بهره‌برداری از آب‌های شور، لب شور و غیرمتعارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور- گزارش شماره دو شناخت پتانسیل منابع آب‌های شور، لب شور و غیرمتعارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور. جلد اول - پتانسیل منابع آب‌های سطحی شور، لب شور.
- ۴۱- مهندسین مشاور یکم. ۱۳۸۴. پروژه تدوین برنامه بهره‌برداری از آب‌های شور، لب شور و غیرمتعارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور- گزارش شماره دو شناخت پتانسیل منابع آب‌های شور، لب شور و غیرمتعارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور. جلد دوم - منابع آب‌های زیرزمینی شور و لب شور.
- ۴۲- مهندسین مشاور یکم. ۱۳۸۵. پروژه تدوین برنامه بهره‌برداری از آب‌های شور، لب شور و غیرمتعارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور- گزارش شماره دو شناخت پتانسیل منابع آب‌های شور، لب شور و غیرمتعارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور. جلد سوم - پتانسیل منابع آب‌های غیر متعارف.
- ۴۳- مهندسین مشاور یکم. ۱۳۸۶. پروژه تدوین برنامه بهره‌برداری از آب‌های شور، لب شور و غیرمتعارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور- گزارش شماره شش «سیاست‌ها و استراتژی‌های مناسب برای استفاده از آب‌های شور، لب شور و غیرمتعارف».
- ۴۴- ناصری، سیمین. ۱۳۷۸. روش‌ها معیارهای بهداشتی و مدیریت طرح‌های استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده. مجله آب و محیط زیست، شماره ۳۴، صفحه ۲۵-۱۳.

- ۴۵- نبی زاده، رامین و یلدا بسیم. ۱۳۷۵. تهیه رهنمودهای شیمیایی مرتبط با سلامتی انسان در خصوص آبیاری با فاضلاب تصفیه شده، مجله آب و فاضلاب، شماره ۲۰.
- ۴۶- نجفی، پیام. ۱۳۸۰. اثرات کاربرد روش آبیاری قطره ای در بهبود وضعیت بهره برداری از پساب فاضلاب شهری. همایش اثرات زیست محیطی پساب های کشاورزی بر آب های سطحی و زیر زمینی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- ۴۷- نقشینه پور، بیژن. ۱۳۷۴. بازیافت و کاربرد فاضلاب ها در امور کشاورزی و احیای اراضی. مجله آب خاک ماشین، شماره ۵.
- ۴۸- وثوقی. منوچهر، حمیدرضا مظاهری و فرهاد مشهون. ۱۳۷۵. بررسی استفاده مجدد از فاضلاب پالایشگاه تهران در آبیاری درختان جنگلی. دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور، ۳۳۱-۳۱۲.
- ۴۹- وکیلی، بهنام. ۱۳۷۴. تصفیه فاضلاب و استفاده مجدد از آن در کشاورزی. مجله آب و فاضلاب، شماره ۱۶، صفحات ۴۲-۴۶.
- ۵۰- یارقلی، بهمن. ۱۳۸۷. بررسی تغییرات کمی- کیفی و میزان خود پالایی نهر فیروز آباد. گزارش فنی. مؤسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی
- ۵۱- یارقلی، بهمن. ۱۳۸۷. بررسی میزان جذب کادمیوم از محیط ریشه و میزان تجمع آن در اندام محصولات زراعی. پایان نامه دکتری. گروه محیط زیست دانشگاه تهران.
- ۵۲- یارقلی، بهمن. اثرات زیست محیطی و برنامه پایش در طرح های تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب در کشاورزی پایدار. مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، جلد ۵، شماره ۱۸، تابستان ۱۳۷۹.
- ۵۳- یارقلی، بهمن. بررسی علل گرفتگی قطره چکان ها طی استفاده از پساب ها در آبیاری قطره ای. مجله آب و فاضلاب، شماره ۳۷، بهار ۱۳۸۰.
- ۵۴- یارقلی، بهمن. بررسی عملکرد سیستم بیودیسک دوار در تصفیه فاضلاب خانگی برای استفاده در کشاورزی. مجله آب و فاضلاب، شماره ۳۴، تابستان ۱۳۷۹.
- ۵۵- یارقلی، بهمن. طراح و اجرای پروژه های جامع تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب در کشاورزی پایدار. مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، جلد ۴، شماره ۱۶، زمستان ۱۳۷۸.
- 56- Abedi – koupai, j et al, 2001. Influence of treated wastewater and irrigation systems on soil physical properties in Isfahan province. ICID International workshop on wastewater reuse management. Sep. 19-20. Seoul, Korea. 165-173.
- 57- Agriculture Western Australia. Farmnote 73/99. Water quality for farm, garden and household – ۱ use. <http://www.agric.wa.gov.au/agency/pubns/farmnote/1999/f07399.htm>
- 58- Ayers, S. and D.W. Westcot. 1985. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29. Rev.
- 59- "Canadian Water Quality Guidelines: Industrial water", 1987, Chapter 5.
- 60- Carr, Richard. 2005. WHO guidelines for safe Wastewater use. Irrigation and Drainage 54:103-111.
- 61- Chaudhry, Muhammad Ramzan. 2004. Agricultural use of wastewater in Pakistan.
- 62- Commission on Geosciences, Environment and Resources, 2003. Use of Reclaimed Water and sludge in Food Crop Production, the National Academic Press.

- 63- Corbitt, Robert A., 1989, "Standard Handbook of Environmental Engineering" McGraw Hill.
- 64- EPA. National Recommended Water Quality Criteria, 2006.
- 65- Farjood, M. S. and S. Amin. 2001. Ground Water Contamination by Heavy Metals in Agricultural, Water Resources of the Shiraz Area, ICID International Workshop on Wastewater Management, Sep. 19-20, 2001, Korea.
- 66- Feizi. M. 2001. Effect Of Tread Water on Accumulation of Heavy Metals in Plants and Soil, ICID International Workshop on Wastewater Management, September 19-20, 2001, Korea.
- 67- FAO/UNESCO. 1973. Irrigation, Drainage, and Salinity. An International Sourcebook
- 68- Ghobar, H.M. 1993. Influence of irrigation water quality on soil infiltration. Irrigation Science. 14:15-19.
- 69- Guideline for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: recommendations for revising WHO guideline. "Specific Standards of Quality and Purity by Associated Use Classess", 2000, U.S.EPA, Minnesota, 7050.0220-7.
- 70- Kabata-Pendias, A. and H. Pendias. 1992. Trace Elements in Soils and Plants, Agriculture and Environmental Science Journal.
- 71- Krenkel, P.A. and V. Novotny, Water Quality Management, Academic Press, New York, NY 10003
- 72- Matsuno, Y et al. 2001. Management of wastewater for irrigation in the southern punjab, pakestan. ICLD International workshop on wastewater reuse manegment. Seoul, korea. 85-94.
- 73- Metcalf and Eddy Inc. 1991. Wastewater Engineering Treatment, Disposal reuse. 3rd Ed. ISBN-0-07-01677.
- 74- Nemerow, Nelson, Avijit, Dasgupta, 1991, "Industrial and Hazardous Waste Treatment".
- 75- Pescod. M. B. 1992. Wastewater Treatment and Use in Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No 47. Rome – Italy
- 76- Petygrove, S. and T. Asano. 1990. Irrigation with reclaimed municipal wastewater – a guidance manual. California state water resources control board. Department of land, Air and water Resources.
- 77- Raschid – Sally, LiQA. R, Carr and S. Buechiler, 2005. Managing wastewater agriculture to improve livelihoods and environmental quality in poor countries. Irrigation and Drainage. 54: 11-22.
- 78- "Report of the Committee on water quality criteria", 1986, U.S.EPA, Federal Water Pollution Control Administration, US, Department of the interior. Rhoades, J.D., Kandiah, A., and A.M. Mashali. 1992.
- 79- Riad, Mamdouh, 2001. Wastewater irrigation for forest plantation. Advisory panel project on water Management and Drainage. Cairo, Egypt.
- 80- Robinson B.H., 1997. The phytoextraction of metals from metalliferous.
- 81- Rommelmann, David W., Duranceu, Steven J., Stahl, Mary W., Kamnikar, Christina, Gonzales, Roberto M., 2004, "Industrial Water Quality Requirements Reclaimed Water", AWWA Research Foundation.
- 82- Rhoades, J.D., Kandiah, A., and A.M. Mashali. 1992. The Use of saline waters for crop production. FAO. Irrigation and Drainage Paper No. 48.
- 83- Shalini, John, 2004. Ranch residents seek treated sewage water for gardening. Gulf New. Oct. 2.
- 84- Shukla, S.K., Srivasta P.R., 1992, "Water Impact Analysis", New Delhi.

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency For Strategic Planning and Supervision

Environmental Criteria of Treated Waste Water and Return Flow Reuse

No. 535

Office of Deputy for Strategic Supervision

Bureau of Technical Execution System

<http://tec.mporg.ir>

Ministry of Energy

Bureau of Engineering and Technical
Criterias for Water and Wastewater

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

2010

این نشریه

این نشریه با عنوان «ضوابط زیست محیطی استفاده مجدد از آب های برگشتی و پساب ها» با هدف اصلی تبیین ضوابط زیست محیطی استفاده از پساب ها و آب های برگشتی، به منظور راهنمایی و ایجاد هماهنگی در زمینه استانداردها، قوانین و ضوابط زیست محیطی استفاده از پساب ها و آب های برگشتی در مصارف مختلف تهیه و تدوین گردیده است. این نشریه در برگیرنده نتایج تجربیات داخلی و خارجی استفاده از پساب ها و آب های برگشتی، کمیت و کیفیت این منابع، اثرات زیست محیطی استفاده از آنها، معیارهای قانونی و استانداردهای مربوط، ارائه برنامه های آموزشی و پایش مراحل مختلف استفاده از این منابع می باشد.