جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور

ضوابط زیست محیطی استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و پساب‌ها

نشریه شماره ۵۳۵

بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره: ۱۰۰/۶۲۳۶۶
	تاریخ: ۱۳۸۹/۸/۱۵

موضوع: ضوابط زیست- محیطی استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و پساب‌ها

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 ٤٢٣٣٩/ت٣٣٤٩٧هـ مورخ ۱۳۸۵/٤/۲۰ 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.

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.

ابراهیم عزیزی

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، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، ***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 می‌شود.

بسمه تعالی

پیشگفتار

آب از ضروری‌ترین عوامل توسعه جوامع انسانی بوده و ایران از جمله کشورهایی است که تـامین آب بـرای مـصارف مختلـف 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 اسـت کـه 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 اساسـی، حفاظت محیط زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات رو بـه رشـدی داشـته باشـند، وظیفـه عمـومی تلقـی شـده و فعالیت‌هایی که با آلودگی و تخریب محیط‌زیست ملازمه پیدا کند، ممنوع می‌باشد. بنابراین اگر تخلیه فاضلاب و پساب‌ها بـه محـیط به عنوان یک منبع آلاینده فرض شود، برنامه‌ریزی بهره‌برداری از آنها یکی از موضوع‌های مرتبط با اصل پنجاهم قـانون اساسـی بـه شمار می‌آید. هم‌چنین مطابق با قانون توزیع عادلانه آب، فاضلاب‌ها و آب‌های برگشتی به عنوان یکی از منابع آبی محسوب شـده 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 اسـتفاده از ایـن منـابع بـا لحاظ کردن جنبه‌های زیست محیطی به عنوان راهکاری مناسب جهت جبران بخشی از این کمبودها و هم‌چنین کـاهش آلـودگی‌هـا مورد توجه می‌باشد.

با توجه به اهمیت مبحث فوق، امور آب وزارت نیرو در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کـشور، تهیـه نـشریه «**ضوابط زیست‌محیطی استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و پساب‌ها**» را بـا همـاهنگی دفتـر نظـام فنـی اجرایـی معاونـت نظـارت راهبردی رییس جمهور در دستور کار قرار داد و پس از تهیه، آن را برای تایید و ابلاغ به عوامل ذینفع نظام فنی و اجرایـی کـشور بـه معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور (دفتر نظام فنی اجرایی) ارسال نمود تا پس از بررسی، بر اساس ماده ۲۳ قـانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی مصوب هیات محتـرم وزیـران و طبـق نظـام فنـی اجرایـی کـشور (مـصوب شـماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷ ه‍ـ مورخ ۱۳۸۸/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) تصویب و ابلاغ گردد.

آقای مهندس محمد حاج‌رسولیها 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 **شـرکت مهندسـین مشاور یکم و با مسوولیت آقای دکتر بهمن یارقلی** و همکاری افراد زیر تهیه شده است، اسامی این افراد به ترتیب حـروف الفبـا به شرح زیر می‌باشد:

آقای حمید سیادت	کارشناس آزاد	دکترای آب و خاک
آقای مهدی شفیعی‌فر	شرکت مهندسین مشاور یکم	فوق‌لیسانس عمران آب
آقای کریم شیعتی	شرکت مهندسین مشاور یکم	دکترای منابع آب و محیط زیست
آقای مهندس هادی عباسی	شرکت مهندسین مشاور یکم	فوق‌لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی
آقای علی‌اکبر عظیمی	کارشناس آزاد	دکترای بهداشت و محیط زیست
آقای بهمن یارقلی	شرکت مهندسین 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 عالیه 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 نیریزی	شرکت مهندسین 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 به‌عهده داشته‌اند به ترتیب حروف الفبا عبارتند از:

آقای کوشیار اعظم واقفی	شرکت آب و فاضلاب کشور	لیسانس مهندسی شیمی
خانم عالیه ثابت‌رفتار	دانشگاه آزاد اسلامی	دکترای علوم محیط زیست
آقای محمدعلی حامدی	شرکت مهندسین مشاور رویان	دکترای برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای
آقای جواد حسن‌نژاد	شرکت مدیریت منابع آب ایران	فوق‌لیسانس مدیریت محیط زیست
آقای بهروز دهزاد	دانشگاه شهید بهشتی	دکترای اکولوژی آب‌های داخلی

فهرست مطالب

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

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۲-۳- بررسی قابلیت استفاده در آبیاری فضای سبز	۳۸
۳-۲-۴- بررسی قابلیت استفاده در مقاصد تفریحی	۳۸
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	۳۹
۳-۳- اولویت‌بندی مصارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور	۴۰
۳-۴- جمع‌بندی	۴۲
فصل چهارم- بررسی اثرات زیست محیطی استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی	**۴۵**
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	۴۷
۴-۲-۲- بررسی اثرات سوء بر محیط زیست بیولوژیکی (زیستی)	۴۸
۴-۲-۳- بررسی اثرات اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی	۴۸
۴-۲-۴- بررسی اثر بر وضعیت بهداشت و سلامتی	۴۹
۴-۲-۵- بررسی اثر بر منابع آب و خاک	۵۲
۴-۲-۶- بررسی اثرات بر حیات وحش و آبزیان	۵۴
۴-۳- جمع‌بندی کلی	۵۵
فصل پنجم - بررسی چارچوب‌ها و معیارهای قانونی و استانداردهای مربوط به استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی	**۵۹**
۵-۱- کلیات	۶۱

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل ششم- ارائه ضوابط زیست محیطی استفاده از آب‌های برگشتی و پساب‌ها و مدیریت و پایش آن	**۸۳**
۶-۱- کلیات	۸۵
۶-۲- ارائه ضوابط زیست محیطی استفاده از آب‌های برگشتی و پساب‌ها	۸۵
۶-۲-۱- ارائه ضوابط زیست محیطی مربوط به مصارف دام و طیور	۸۵
۶-۲-۲- ارائه ضوابط زیست محیطی مربوط به مصارف آبیاری	۸۷
۶-۲-۳- استاندارد پیشنهادی برای دفع پساب‌ها و آب‌های برگشتی در منابع آب سطحی	۸۸
۶-۲-۴- استاندارد پیشنهادی برای دفع پساب‌ها و آب‌های برگشتی در منابع آب زیرزمینی (تغذیه مصنوعی)	۸۹
۶-۲-۵- استاندارد پیشنهادی برای مصارف صنعتی	۹۱
۶-۲-۶- استاندارد مربوط به مصارف تفرجی از پساب‌ها و آب‌های برگشتی	۹۲
۶-۲-۷- استاندارد پیشنهادی برای مصارف متفرقه شامل محیط زیست، آبزیان، حیات وحش	۹۳
۶-۳- ارائه ضوابط و برنامه مدیریت و پایش زیست محیطی	۹۴
۶-۳-۱- برنامه پایش فاضلاب ورودی و پساب خروجی	۹۵
۶-۳-۲- مراحل پایش خط انتقال	۹۶
۶-۳-۳- اندازه‌گیری حجمی مقدار پساب دریافتی	۹۷
۶-۳-۴- ارائه برنامه پایش کیفی خاک مزارع	۹۸
۶-۳-۵- برنامه پایش بهداشتی محصولات تولیدی	۱۰۰
۶-۳-۶- برنامه پایش بهداشتی کارگران و دیگر کارکنان مربوط	۱۰۲
۶-۳-۷- پایش منابع آب سطحی	۱۰۴
۶-۳-۸- پایش منابع آب زیر زمینی	۱۰۴
۶-۳-۹- برنامه پایش استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبیاری فضای سبز	۱۰۵

فهرست مطالب

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

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- خلاصه‌ای از تجارب عملی و تحقیقاتی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در سطح کشور ۹
جدول۱-۲- وضعیت کاربرد فاضلاب‌ها و پساب‌ها در سطح دنیا ۱۲
جدول ۲-۱- وضعیت مصارف آب و تولید فاضلاب در سطح کشور ۱۸
جدول۲-۲- پتانسیل تولید فاضلاب شهری و روستایی بر اساس آخرین سرشماری(سال۱۳۸۵) ۱۸
جدول ۲-۳- اطلاعات مربوط به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری به تفکیک در حال بهره‌برداری، در حال ساخت و مطالعاتی۱۸
جدول ۲-۴- خلاصه وضعیت کلی پساب‌ها در کشور بر اساس اطلاعات ارسالی ۲۰
جدول ۲-۵- پیش‌بینی مصارف آب شرب و بهداشت در سال‌های آتی با الگوی معمول ۲۰
جدول ۲-۶- پیش بینی مصارف و استحصال آب شرب و بهداشت در سال‌های آتی با الگوی مطلوب ۲۱
جدول ۲-۷- پیش بینی حجم پساب کشور در سال‌های آینده با الگوی مطلوب و معمول ۲۱
جدول ۲-۸- مقایسه ویژگی‌های رواناب سطحی و فاضلاب مخلوط با رواناب سطحی ۲۲
جدول ۲-۹- کیفیت فاضلاب خام ورودی و پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب تهران ۲۴
جدول ۲-۱۰- مزایا و معایب عملکرد سامانه‌های تصفیه فاضلاب زیستی جهت فاضلاب خانگی ۲۵
جدول ۲-۱۱- میزان برداشت آب و تولید پساب در بخش صنعت در سال ۱۳۸۰ ۲۶
جدول ۲-۱۲- برآورد میزان برداشت آب و تولید پساب در بخش صنعت در سال‌های آتی ۲۶
جدول ۲-۱۳- مقایسه میانگین کیفیت فاضلاب صنایع غذایی، شیمیایی و فلزی با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ۲۹
جدول ۲-۱۴- ویژگی‌های مهم فاضلاب صنعتی و روش‌های اصلی تصفیه و دفع ۳۰
جدول ۲-۱۵- حدود تلفات سالیانه و غلظت حداکثر عناصر مغذی در زه‌آب‌های سطحی و زیرزمینی در سطح مزرعه ۳۲
جدول ۳-۱- اولویت‌بندی بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در سطح حوضه‌های آبریز کشور ۴۱
جدول ۴-۱- عوامل خطرزای بهداشتی در مصارف مختلف از پساب‌ها و آب‌های برگشتی ۵۰
جدول ۴-۲- اثرات بهداشتی نسبی پاتوژن‌های مختلف در فاضلاب‌ها ۵۱
جدول ۴-۳- قدرت بقا عوامل بیماری‌زای موجود در پساب در محیط زیست ۵۱
جدول ۴-۴- مخاطرات بهداشتی ناشی از عناصر سنگین ۵۲
جدول ۴-۵- مدت زمان رسیدن به مرز محدودیت‌زا (سمی) عناصر کمیاب در خاک‌ها در استفاده از پساب‌ها ۵۳

جدول ۶-۴- استانداردهای کیفی پیشنهادی برای کاربرد پساب‌ها و آب‌های برگشتی در مصارف شهری و خانگی غیرشرب ۸۷
جدول ۶-۵- استاندارد کیفی پیشنهادی برای کاربرد پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبیاری فضای سبز ۸۸
جدول ۶-۶- استاندارد پیشنهادی برای دفع پساب‌ها و آب‌های برگشتی به آب‌های سطحی (سازمان حفاظت محیط‌زیست) ۸۹
جدول ۶-۷- استاندارد پیشنهادی برای دفع پساب‌ها و آب‌های برگشتی به چاه جاذب ۹۰
جدول ۶-۸- استاندارد پیشنهادی برای مصارف صنعتی از پساب‌ها و آب‌های برگشتی ۹۱
جدول ۶-۹- استاندارد پیشنهادی برای مصارف تفرجی از پساب‌ها و آب‌های برگشتی[1] ۹۲
جدول ۶-۱۰- استاندارد پیشنهادی برای استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در محیط زیست، آبزیان، حیات وحش و مصارف شهری و ... ۹۳
جدول ۶-۱۱- معیار کیفیت پیشنهادی برای استفاده از پساب و آب‌های برگشتی در پرورش ماهی ۹۴
جدول ۶-۱۲- مراحل پیشنهادی برای پایش خطوط انتقال پساب ۹۶
جدول ۶-۱۳- مراحل پیشنهادی پایش کیفی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب ۹۷
جدول ۶-۱۴- مراحل پیشنهادی برای پایش خاک در بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های برگشتی ۱۰۰
جدول ۶-۱۵- مراحل پیشنهادی برای پایش زیست محیطی محصولات آبیاری شده با پساب‌ها و آب‌های برگشتی ۱۰۱
جدول ۶-۱۶- چک لیست پیشنهادی برای کنترل سلامتی افراد شاغل در پروژه‌های استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی ۱۰۳
جدول ۶-۱۷- برنامه پایش برای کارگران شاغل در طرح استفاده از پساب در آبیاری ۱۰۴
جدول ۶-۱۸- برنامه پایش کیفی منابع آب سطحی و زیرزمینی ۱۰۵
جدول ۶-۱۹- مراحل پایش استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبیاری فضای سبز ۱۰۶
جدول ۶-۲۰- مراحل پایش استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبزی‌پروری ۱۰۶
جدول ۶-۲۱- طرح مراحل مختلف پایش در استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در تغذیه مصنوعی ۱۰۷
جدول ۶-۲۲- برنامه پایش زیست محیطی در استفاده از منابع آب برگشتی شور ۱۰۸
جدول ۶-۲۳- خلاصه‌ای از برنامه مراقبت و روش تقلیل بر اساس اثرات پیش‌بینی شده ۱۰۹
جدول ۷-۱- اولویت‌های آموزشی و ترویجی برای هر یک از گروه‌های سه‌گانه ۱۱۴
جدول ۷-۲- جایگاه، مزایا و معایب ابزارهای رسانه‌ای در راهبرد آگاهی رسانی و در پساب‌ها و آب‌های‌برگشتی ۱۲۲

فهرست نمودارها

مقدمه

در حال حاضر حدود 93 درصد از کل آب مصرفي ايران‌صرف آبياري حدود 8/5 ميليون هکتار از اراضي‌زراعي شده و سهم بخش شرب وصنعت به ترتيب 5/8 و1/2 درصد مي‌باشد. پتانسيل فاضلاب خانگي توليدي در سطح کشور براساس آخرين سرشماري‌رسمي (سال 1385) به تفکيک شهري،روستايي و کل به ترتيب معادل 3670، 727 و 4400 ميليون مترمکعب در سال مي‌باشد. محاسبات نشان مي‌دهند که بر اساس سناريوي معمول حجم پساب برگشتي در جوامع شهري وروستايي کشور در سال 1400 به ترتيب، معادل 4369 و 823 ميليون متر مکعب و در مجموع معادل5191 ميليون متر مکعب در سال و بر اساس سناريوي مطلوب حجم پساب برگشتي در سال هدف در شهرها و جوامع‌روستايي به ترتيب معادل 4709 و 1113 و در مجموع معادل 5822 ميليون متر مکعب خواهد بود. براساس گزارش‌هاي طرح جامع آب کشور، کل آب مورد نياز صنايع و معادن در سال 1380 معادل 1079 ميليون مترمکعب بوده که به تناسب نوع‌صنعت در مجموع 500 ميليون مترمکعب آن‌را در فرايند توليد مصرف و حدود 579 ميليون مترمکعب آن به پساب توليدي تبديل شده است. بررسي‌ها نشان مي‌دهد که در سال 1400 آب مورد نياز صنعت 2110 ميليون مترمکعب و ميزان پساب توليدي معادل 1088 ميليون مترمکعب خواهد بود [21]. بر اساس بررسي‌هاي به عمل آمده از کل آب تامين شده در بخش کشاورزي در سال حدود 26/8 ميليارد مترمکعب‌زه‌آب توليد شده، که 45 درصد سطحي و مابقي‌زيرزميني مي‌باشد. پيش‌بيني مي‌شود اين مقدار در سال 1400 درصورت تحقق توصيه‌هاي مربوط به افزايش‌راندمان، به‌رقم 26/2 ميليارد مترمکعب برسد.

جوامع شهري و روستايي کنوني اصلي مصارف آب براي مقاصد شرب،زراعي،صنعت و توليد فاضلاب انساني مي‌باشند. افزايش مصارف آب و به تبع آن توليد فاضلاب و روندرو به‌رشد اين توليد، و همچنين توجه به استفاده غيراصولي در وضع موجود، ايجاب مي‌نمايد، براي جلوگيري از گسترش مشکلات محيط‌زيستي و همچنين تامين بخشي از آب مورد نياز مصارف مختلف از طريق بازچرخاني و استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌هاي برگشتي برنامه‌ريزي شود. ليکن هريک از گروه‌هاي فوق‌الذکر کيفيت و مشخصات خاصي داشته و کاربرد مجدد آنها مي‌تواند، اثرات بهداشتي و زيست محيطي مختلفي‌را به دنبال داشته باشد. فاضلاب‌هاي شهري، صنعتي و کشاورزي از نظر ويژگي‌هاي کيفي متفاوت بوده و اين تفاوت در مقياس کمتر در داخل گروه‌هاي مختلف از منابع سرچشمه مذکور نيز مشاهده مي‌شود. اين تفاوت در فاضلاب‌هاي خانگي، مربوط به‌ويژگي‌هاي فرهنگي، عادات غذايي، کيفيت آب مصرفي و همچنين شرايط آب و هوايي و فرايند تصفيه مي‌باشد. مشخصه اصلي فاضلاب‌هاي انساني BOD و COD بالا، عناصر مغذي و

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 زا 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 زیست‌محیطی 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

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 مهندسین مشاور و در نهایت زارعین و سایر گروه‌های استفاده‌کننده از این منابع می‌باشد.

فصل 1

کلیات

۱-۱- تعاریف و اصطلاحات

تعاریف و اصطلاحات به‌کار رفته در این ضوابط به شرح ذیل می‌باشد.

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

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

فاضلاب صنعتی: هر نوع ماده زاید مایع حاصل از فعالیت‌های واحدهای صنعتی

فاضلاب تصفیه شده و یا پساب‌ها: در این مطالعات پساب‌ها و یا فاضلاب‌های تصفیه شده در برگیرنده فاضلاب‌های تصفیه شده شهری و صنعتی می‌باشد که حداقل یک مرحله تصفیه اعم از فیزیکی، شیمیایی یا زیستی را طی کرده باشند

آب‌های برگشتی: در این مطالعات آب‌های برگشتی شامل زه‌آب‌های حاصل از آبیاری اراضی زراعی می‌باشد که به صورت زهکش سطحی و یا زیرزمینی تولید می‌گردد.

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

مصارف مجدد: منظور از مصارف مجدد هر نوع مصارف مرسومی است که از پساب‌ها و آب‌های برگشتی به‌عمل می‌آید. مصارف مجدد مورد نظر در این گزارش شامل مصارف آبیاری، صنعتی، شیلات و آبزی‌پروری، مصارف دام و تغذیه منابع آب زیرزمینی، تفریحی، محیط زیست و حیات وحش می‌باشد.

اثرات بهداشتی: عوارض سوء بهداشتی ناشی از استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی

آبزی‌پروری: استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای پرورش گیاهان و یا جانوران آبزی

تغذیه مصنوعی: استفاده از پساب‌ها و آب‌های 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 محیط‌های پذیرنده این منابع (آب‌های زاید)، اعم از آب‌های سطحی و زیرزمینی، دریاچه‌ها، دریاها، اقیانوس‌ها و ... که مواد زاید به آنها تخلیه و یا نفوذ می‌کند.

پایش: شامل مشاهده نظام‌مند، اندازه‌گیری 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 می‌آید.

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 امورکشاورزی 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 تصمیم گیری 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 عمدتا با انگیزه حاصلخیزکردن اراضی کاربرد داشته، در صورتی‌که در حال حاضر کمبود آب انگیزه اصلی محسوب می‌شود. اولین تصفیه‌خانه شهری به روش لجن فعال و با ظرفیت ۴۸۰ مترمکعب در روز در سال۱۳۴۰ در منطقه صاحبقرانیه ساخته شد. دومین تصفیه‌خانه فاضلاب شهری کشور در سال ۱۳۵۲ به روش برکه تثبیت در فولاد شهر اصفهان احداث گردید. هم اکنون اغلب شهرهای بزرگ کشور دارای سامانه جمع‌آوری و تصفیه‌فاضلاب بوده و یا در مرحله مطالعه و یا اجرای آن می‌باشند.

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 استفادها از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در سطح کشور صراحتا 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
بررسی‌پیامدآبیاری با پساب بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های ناحیه برخوار اصفهان و انباشتگی 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 نتوانسته است غلظت عناصر سنگین گیاه را به مرز زیان آور برساند.
بررسی روش‌های بازیافت و کاربرد فاضلاب‌ها در امور کشاورزی و احیای اراضی [۴۷]	بیانگرنقش 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 هیچ‌کدام 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)[1] 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.

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)[1] بوده، اما مقادیر سرب، مس، کادمیم، کروم، نیکل و روی عموما 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.
بررسی‌کمی-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 درکشاورزی [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 جامدمعلق، 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 بهینه 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 سگزی 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 چغندرقند، 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 فاضلاب‌تصفیه 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[2]، کلر و سولفات بالاتر از حد مجاز استاندارد برای تخلیه به محیط زیست بوده ولی میزان اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی BOD[3]، کادمیوم، 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 فاضلاب‌خام 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	نتایج نشان داد که با افزایش موادآلی موجود در فاضلاب مورد استفاده در آبیاری گیاهان گوجه‌فرنگی،

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

موضوع	نتیجه
بررسی تاثیر 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 لایسیمتری با استفاده از فاضلاب خام در آبیاری ذرت و استفاده زه‌آب حاصله در آبیاری سویا و نهایتا 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 نشانگرمحدودیت 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 خوراگی می‌باشد.

بررسی تجارب استفاده از پساب‌ها در سطح کشور نشان می‌دهد که این منابع عمدتا 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

- 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. متاسفانه 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.

جدول۱-۲- وضعیت کاربرد فاضلاب‌ها و پساب‌ها در سطح دنیا [۸۸]

کشور	کاربرد فاضلاب
آفریقای جنوبی	در این کشور ۳۲٪ فاضلاب‌ها بعد از تصفیه مجددا 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	۸۸،۰۰۰ 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 کالفرنیا 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 ۱۳۰۰۰۰ و۶۸۰۰۰ 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، ۱۰،۰۰۰ هکتار زمین آبیاری شده 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 به‌صورت 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. درحالی‌که در کشورهای در حال توسعه، علاوه بر فاضلاب‌های تصفیه شده گاها 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 2

بررسي كمي - كيفي پساب‌ها و

آب‌هاي برگشتي

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 کشور۳۲٪ 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 (جدول۲-۱). 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.

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)	۶۳/۵۹	۶۵/۳۱	۳۴/۸۹	۳۵/۲۴
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 (۲-۳) ارائه گردیده است. براساس آمار ارائه شده میزان پساب تصفیه شده معادل ۴۱۳/۹۰ (میلیون مترمکعب) در سال، ظرفیت پذیرش تصفیه‌خانه‌ها معادل۷۲۹/۲۴ (میلیون مترمکعب)، جمعیت تحت پوشش برابر۷۲۵۳۱۰۷ نفر و ظرفیت نهایی تصفیه‌خانه‌های در حال ساخت معادل۱۵۵۲/۷۲ (میلیون مترمکعب) در سال بوده و تعداد طرح‌های تصفیه‌خانه در دست مطالعاتی معادل ۲۰۱ واحد می‌باشد.

جدول۲-۲- پتانسیل تولید فاضلاب شهری و روستایی بر اساس آخرین سرشماری(سال۱۳۸۵) [۴۲]

استان	جمعیت(هزار نفر)		فاضلاب تولیدی (میلیون مترمکعب)		
	شهری	روستایی	شهری	روستایی	کل
کل کشور	۴۷۲۴۵/۱	۲۲۲۲۷/۸	۳۶۷۰/۴	۷۲۷	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)
	بده (میلیون مترمکعب در سال)		جمعیت تحت پوشش	بده طراحی (میلیون مترمکعب در سال)	
	بده طراحی	در دست بهره‌برداری			
آذربایجان شرقی	۷۷/۷۲۳	۳۱/۸۹	۹۵۵۲۴۱	۱۹/۶۹۰	۵
آذربایجان غربی	۱۸۰/۳۲۳	۱۱/۲۱	۲۲۵۵۵۷	۶۷/۸۵۳	۶
اردبیل	۱۲/۱۵۵	۲/۵۶۹	۶۴۹۴۵	۲۹/۰۳۰	۳

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

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 ۱۳۸۷حدود 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

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	۴۹,۲۴۸	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

بعد 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 به‌حساب نیامده	۱۳۸۰	۰/۳۲	۰/۲۱
	۱۳۹۰	۰/۲۲	۰/۲۸

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.

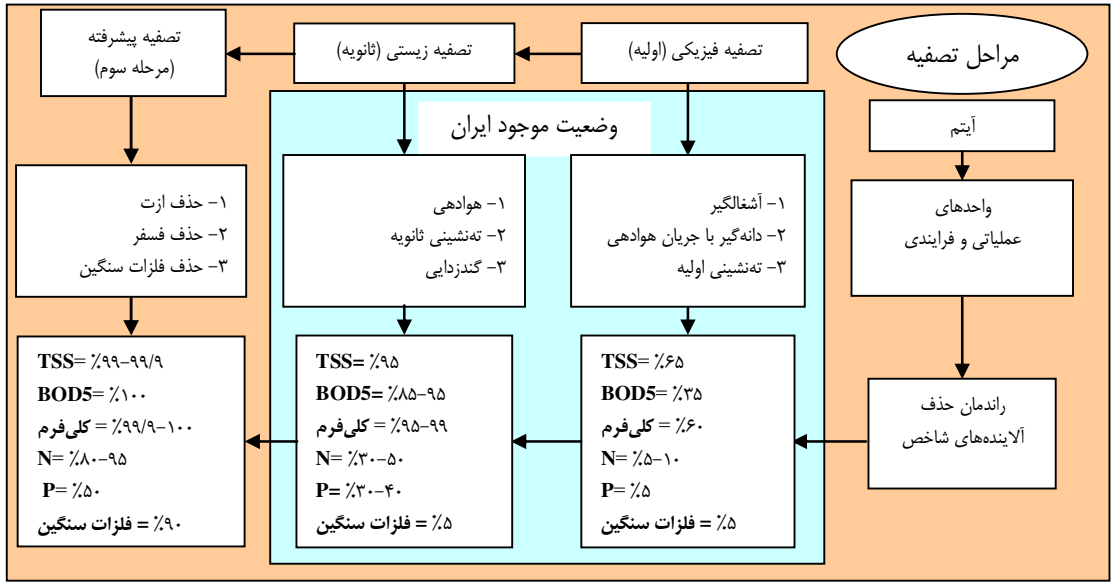
۲-۲-۳- کیفیت فاضلاب‌های خانگی

کمیت و کیفیت فاضلاب‌های خام متاثر 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 توام 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<۱۵۰ و SS[1]<۲۰۰ (مواد معلق) میلی‌گرم در لیتر، به عنوان فاضلاب ضعیف شناخته می‌شود و هرگاه کیفیت فاضلاب به BOD_5>۳۰۰ و SS >۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر برسد جزء پساب‌های قوی شناخته خواهد شد. به عبارت دیگر با توجه به این‌که سرانه BOD_5 و جامدات معلق پساب‌های شهری کشور به‌طور متوسط به ترتیب معادل ۴۰ و۵۰ 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 (۲–۱) 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	<۱	۶۵–۱۰۰	۲۷۰–۶۰۰
BOD	میلی‌گرم بر لیتر	۱–۱۵	۸–۱۰	۶۰–۲۲۰
COD	میلی‌گرم بر لیتر	۹–۱۶	۴۰–۷۳	۲۶۰–۴۶۰
نیتروژن کل	میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن	کم	کم	۴–۱۷
فسفر کل	میلی‌گرم بر لیتر	کم	کم	۱/۲–۲/۸
کلی‌فرم مدفوعی	MPN/100me[2]		10^3 – 10^4	10^5 – 10^6
مس	میلی‌گرم بر لیتر	–	۰/۰۲–۰/۰۹	–



نمودار ۲-۱- 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 این‌که 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، ته نشینی اولیه و ضدعفونی و یا این‌که 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 معمولا 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 به‌کار می‌رود که با روش‌های متعارف تصفیه در حذف آنها بی‌تاثیر بوده و یا اثر ناچیزی دارند. این ترکیبات شامل آمونیاک، نیترات، فسفات، سولفات، کلسیوم و منیزیوم، کلراید، جیوه، سم DDT[1]، هگزاکلراید، ترکیبات فنلی، دترجنت‌ها و می‌باشد.

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

ایستگاه	واحد	صاحبقرانیه						قیطریه							
فاکتور		ورودی			خروجی			ورودی			خروجی			ورودی	
		حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر
PH	-	۷	۷/۳۹	۷/۶۴	۶/۷۶	۷/۳۳	۷/۸۷	۷/۱۷	۷/۵۲	۷/۷۳	۶/۷۵	۷/۲۴	۷/۷	۷/۱۳	۷/۶۸	/۵
[2]TSS	میلی‌گرم بر لیتر	۱۱۰	۲۲۶/۳	۷۹۰	۴	۲۷/۷	۸۸	۱۲۰	۱۸۰	۳۲۰	۷	۱۸	۵۰	۱۱۰	۳۰۴/۱۸	۱۰
درجنت‌ها	میلی‌گرم بر لیتر	۶/۵	۱۲	۲۷	۰/۱۵	۰/۳۷	۰/۸	۷/۵	۱۲/۴	۲۵	۰/۱۶	۰/۴۳	۰/۷۴	۴/۴	۱۱/۹۳	/۴
[1]TDS	میلی‌گرم بر لیتر	۴۸۰	۶۲۷	۹۴۸	۳۱۶	۴۰۸	۶۴۰	۵۶۰	۶۴۰	۷۶۸	۳۴۰	۴۵۲/۹	۶۶۸	۷۶۸	۱۰۳۲	۲۸
ازت کل	میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن	۱۸/۱	۳۹/۳۷	۷۸/۲۳	۸/۱۴	۱۸/۴۸	۴۶/۳۷	۲۶/۱	۳۷	۸۴/۳۷	۷/۹۶	۲۱/۱۵	۴۷/۳۵	۲۴/۱۹	۵۶/۱	/۸
آمونیاک	میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن	۷/۵	۲۴/۴۵	۵۱/۴۷	۰/۲۴	۲	۲۸	۲۱/۲	۲۱	۵۷/۶	۰/۳	۵/۱	۲۸/۸	۲۶	۲۱/۰۷	۵
ازت آلی	میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن	۳/۲	۱۳/۳۷	۲۶/۳۵	۱/۲	۴/۶۶	۸/۸۹	۳	۱۴	۲۶	۰/۶	۳/۲۹	۹/۸۸	۳/۶	۲۲/۲	۶
سولفید	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۰۹۶	۰/۱۵	۰/۱۹۲	۰/۰۳۲	۰/۰۵	۰/۰۹۶	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۹۶	۵۲	۱۲۵/۲	۵۰
نیترات	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۴۴	۲/۹۸	۶/۶	۱/۵۹	۹/۷۸	۲۳/۹۲	۱/۴۶	۲/۹	۵/۵۸	۹/۷۴	۲۳/۸	۳۴/۹	۰/۷	۵/۴۲	/۷
فسفات کل	میلی‌گرم بر لیتر	۵/۷۱	۹/۹	۱۴/۶	۱/۲	۵/۵۷	۱۲/۳۳	۸/۱۶	۱۰/۷	۱۴/۶	۱/۷	۶/۵۹	۱۳	۱/۹۶	۹/۳	/۰۷
BOD_5	میلی‌گرم بر لیتر	۱۱۵	۱۷۰	۳۰۰	۳	۱۱/۷	۲۳	۱۰۰	۱۴۸/۱۸	۲۱۰	۳	۱۱/۴	۲۴	۱۲۶	۱۹۷	۲۱
COD	میلی‌گرم بر لیتر	۱۲۵	۲۳۷/۸	۳۰۴	۶	۲۴/۸	۷۳/۶	۱۲۰	۲۰۵/۶	۲۵۶	۶/۴	۲۱/۱	۴۵	۱۶۵	۲۵۶/۴	۳۴

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]

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

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 فراورده 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 چغندرقند، حدود۱۵۰-۲۰۰ 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

جدول ۲-۱۱- 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 (۲-۱۲) 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 ۲-۱۲- برآورد میزان برداشت آب و تولید پساب در بخش صنعت در سال‌های آتی [۲۳]

سال مورد نظر	۱۳۹۰ میلیون متر مکعب		۱۳۹۵ میلیون متر مکعب		۱۴۰۰ میلیون متر مکعب	
رشته صنعتی	آب برداشتی	پساب تولیدی	آب برداشتی	پساب تولیدی	آب برداشتی	پساب تولیدی
صنایع غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۳۶۸/۴	۲۳۹/۹	۴۸۰/۲	۳۰۶/۲	۶۰۰/۲	۳۹۰/۷
صنایع نساجی، پوشاک و چرم	۱۸۰/۱	۹۶/۷	۲۲۹/۹	۱۲۳/۵	۲۹۳/۴	۱۵۷/۶
صنایع چوب و خدمات چوبی	۵/۷	۴/۷	۷/۳	۶	۹/۳	۷/۶
صنایع کاغذ، مقوا و چاپ	۶/۹	۲/۷	۸/۸	۳/۵	۱۱/۲	۴/۴
صنایع شیمیایی	۲۶۲/۶	۱۱۰/۴	۳۳۵/۲	۱۴۱	۴۲۷/۸	۱۸۰
صنایع کانی غیر فلزی	۲۵۰	۱۹۰	۳/۹	۱۵۲	۴۰۷/۲	۱۹۳/۹
صنایع تولید فلزات اساسی	۱۱۱/۵	۳۹/۱	۱۴۲/۴	۵۰	۱۸۱/۷	۶۳/۷
صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات	۶۰/۷	۴۸/۷	۷۷/۴	۶۲/۱	۹۸/۸	۷۹/۳
نیروگاهها	۴۳/۸	۶/۷	۵۵/۹	۸/۶	۷۱/۴	۱۰/۹
جمع کل	۱۲۸۹/۹	۶۶۸/۱	۱۶۴۶/۳	۸۵۲/۷	۲۱۰۱	۱۰۸۸/۳

۲-۳-۲-۱- 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 چقندر قند، حدود ۷۰۰۰ مترمکعب فاضلاب تولید می‌شود که دارای ۳۴ کیلوگرم BOD_5 و ۴۶ کیلوگرم COD می‌باشد. فاضلاب کارخانجات گوشتی و کشتارگاه‌ها تقریبا از کیفیت مشابهی برخوردار بوده ولی آلودگی میکربی فاضلاب کشتارگاه‌ها بیش‌تر می‌باشد. فرایند تولید روغن از دانه‌های روغنی نیز عمدتا 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.

۲-۳-۲-۲- 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، قلیاییت، BOD و دما، مواد معلق، کل مواد جامد زیاد، سختی، نمک، سولفید، کروم، pH متغیر و آهک رسوب یافته می‌باشد.

۲-۳-۲-۳- 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.

۲-۳-۲-۴- 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

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.

۲-۳-۲-۵- 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 آزبست می‌باشد.

۲-۳-۲-۶- 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، نیتریت‌ها، 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 زیادتری 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.

۲-۳-۲-۷- 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 عمدتا شامل تولید محصولات فلزی، ماشین‌آلات، وسایل خانگی، ماشین‌آلات مولد برق و وسایل حمل و نقل می‌باشد. در جدول (۲- ۱۳)

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	صنایع کاغذسازی				پساب ابه‌کاری	پساب‌های عملیات رنگ	پساب‌های عملیات رنگ و لعاب	آب‌های سطحی	آب‌های زیرزمینی	زراعی
						کارتن سازی	کاغذ سازی با کاغذ باطله	تولید دستمال کاغذی							
								بدون کاغذ	با 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 [۱]	۱۹۵	۱۷۵	۲۶۵	۲۷۰۰۰	۷۶۷۵	۲۸۰۰	۳۲۴	۱۵۴۰	۴۵۱	۹/۵	۱۰۵	۱۳۸	۵۰	-	۵۰
قلیاییت	میلی‌گرم 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 این‌که 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	قلیاییت زیاد، BOD و درجه حرارت بالا، مواد معلق فراوان، کل مواد جامد زیاد، سختی، نمک، سولفید، کروم، pH، آهک، رسوب یافته	خنثی کردن، ترسیب شیمیایی، تصفیه زیستی هوادهی و یا صافی چکنده، متعادل‌سازی، رسوب‌دهی	متوسط
صنایع غذایی، آشامیدنی و دخانیات	مواد معلق زیاد، موادکلوییدی، مواد آلی محلول، پروتیین، چربی، لاکتوز، نیتروژن، خون، BOD بالا، pH متغیر، رنگ و بو، روغن، دترجنت، فرمالدییید، عوامل میکربی	آشغالگیری، متعادل‌سازی، خنثی‌سازی، ته‌نشینی و یا شناورسازی، هوادهی، تصفیه شیمیایی، انعقاد، لجن فعال، استخر اکسیداسیون زیستی، صافی چکنده، برکه تثبیت، کمپوست کردن، تغلیظ بوسیله سانتریفوژ، تبخیر، خشک کردن	عالی
صنایع چوب و محصولات چوبی، صنایع کاغذ، مقوا و چاپ	COD , BOD بالا، مواد جامد، فنل، سمیت، مواد آلی، pH	تبخیر، 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 وBOD بالا، pH متغیر، اسیدهای معدنی، کروم، اسیدهای آلی چرب، TDS، فلزات، رزین‌ها، حلال‌ها، رنگ و بو، الکل، صابون، موادآلی، حلقه‌های بنزنی، سموم، فسفر، سلیس، فلوراید، لجن، فرمالدیید، اسید نیتریک و سولفوریک، سود، سولفات آهن، عناصر رادیواکتیو، آلومنیوم، نیترات، آمونیوم، جیوه، پلی‌کلرو بی‌فنیل PCBs[۱]، دی اکسید گوگرد، موادمعلق قلیایی غیر قابل ته نشینی 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 آزبست معلق	ته‌نشینی، رسوب‌دهی، خنثی‌سازی، جداسازی ذرات، ترسیب با کلراید کلسیم، دفع در زمین	خوب
صنایع تولید فلزات اساسی	pH پایین و یا متغیر، سیانوژن، اسیدها، فنل، سنگ معدن، قلیاییت، روغن، فلزات، سموم، ماسه و ذغال سنگ، ذرات فلزی، سورفاکتانت	آشغالگیری، جداسازی روغن، خنثی سازی، انعقاد شیمیایی، کلریناسیون، احیا و رسوب دهی، کروم و سایر فلزات، ذخیره سازی 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، موادآلی، حلقه‌های بنزنی، سموم، فلوراید، فرمالدییید، اسید نیتریک و سولفوریک، سود، نیترات، آمونیوم، موادمعلق	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، قلیاییت، فلزات مختلف، ذرات فلزی، سورفاکتانت‌ها	آشغالگیری، کنترل و جداسازی در محل تولید، خنثی سازی، انعقاد شیمیایی، احیا و رسوب دهی فلزات، ذخیره سازی در برکه‌ها، جذب نهایی با کربن	متوسط
	مواد آلی محلول، بقایای سموم، پروتیین، عناصر مغذی،	کنترل و جداسازی در محل، متعادل‌سازی، خنثی‌سازی،	

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، کلر 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، سلنیوم، 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

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 معمولا 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 معمولا کم‌تر از ۰/۱ درصد آن مقداری است که مورد مصرف قرار گرفته است. آترازین 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
رواناب سطحی	غلظت بیشینه	میلی‌گرم بر لیتر	۵۰	۱۰	۱۰
	تلفات سالیانه	کیلوگرم بر هکتار	۲۰-۱	۲۰-۱	۱۰-۱
زه‌آب زیر سطحی	غلظت بیشینه	میلی‌گرم بر لیتر	۲۰۰	۱۰	۱۰
	تلفات سالیانه	کیلوگرم بر هکتار	۱۰۰-۱	۱-۰/۱	۱۰-۱

۲-۵- 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 و۱/۲ 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

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 زا 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 ۱۳۸۷حدود 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

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 3

بررسي منابع مصارف پساب‌ها و آب‌هاي برگشتي

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

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 زیست‌محیطی 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 عمدتا، 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 نماتود دارد. این مسایل تا حد زیادی در آبیاری فضای سبز و جنگل‌کاری‌های بیرون شهر کم‌رنگ‌تر می‌باشد. با توجه به این‌که اراضی زراعی در خارج از شهر متمرکز بوده و فاصله نسبتا 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 تفرجی، مهم‌ترین شاخص‌های محدودیت‌زا، شاخص‌های

باعث رشد جلبک‌ها و افزایش زیست توده[1] 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 مواجهه می‌باشندکه 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)[2] پساب مورد استفاده برای استخرهای پرورش ماهی باید عاری از تخم انگل نماتودها بوده و تعداد کل فرم مدفوعی در آنها بیش از ۱۰۰۰ عدد در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر نباشد. بعضی از نماتودها از جمله

تولیدی و پساب ورودی به برکه دارد. در زمینه استفاده از زه‌آب‌های کشاورزی در آبزی‌پروری 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 قلیاییت برای استفاده در آبزی‌پروری 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، عملا 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 متنابهی 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 آن‌جایی‌که 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 آتی در افق ۱۴۰۰ به تفکیک زیرحوضه‌های درجه دو بررسی و به ترتیب میزان بهره‌برداری برای مصارف مختلف (کشاورزی، شرب، صنعت و آبزی‌پروری 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 به‌صورت 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

غیرمتعارف 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)				اولویت‌ها		
		کشاورزی		صنعت		شرب		آبزی‌پروری		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 فاضلاب شهری	رتبه زه‌آب کشاورزی	رتبه فاضلاب صنعتی
دریای خزر	ارس	۷	۷	۱۰	۸	۲۱	۹	۹	۱۲	۹	۲	۳۴۴۹	۱۰	۲۸۴۱	۹	۶	۸	–
	تالش	۲۲	۲۲	۲۴	۲۶	۲۸	۲۷	۱۲	۱۷	۱۷	۸	۳۸۸۸	۶	۳۲۴۸	۷	–	۲۷	–
	سفیدرود	۵	۴	۱۳	۱۵	۸	۷	۵	۷	۴	۴	۳۲۷۸	۱۲	۲۷۲۲	۱۲	۱۳	۷	۱۴
	لاهیجان	۲۳	۲۳	۱۷	۱۷	۱۴	۱۷	۱۹	۲۰	۱۸	۲۲	۱۷۱۵	۲۵	۱۴۴۹	۲۵	–	۱۸	۱۳
	هراز	۱۲	۱۴	۱۳	۱۳	۹	۱۰	۱۳	۱۵	۱۵	۲۰	۲۶۱۷	۱۶	۲۳۳۳	۱۸	۱۷	۱۷	۵
	کرگانرود	۱۹	۱۷	۲۱	۲۱	۱۳	۱۴	۱۰	۱۳	۱۱	۱۴	۲۲۳۵	۲۰	۲۲۱۰	۱۹	–	۲۱	۴
	اترک	۲۷	۲۷	۲۳	۲۲	۲۴	۲۵	۱۶	۸	۲۰	۱۷	۲۵۰۳	۱۷	۲۴۲۶	۱۶	–	۲۶	۹
خلیج فارس و دریای عمان	مرزی غرب	۱۶	۸	۱۸	۱۹	۱۱	۱۲	۱۱	۶	۱۲	۱۲	۲۰۶۸	۲۲	۲۷۳۳	۱۶	۵	۱۵	۱۰
	کرخه	۳	۳	۹	۹	۶	۶	۳	۲	۳	۳	۲۹۶۷	۱۴	۲۷۶۶	۱۱	۳	۴	۷
	کارون بزرگ	۱	۱	۳	۳	۵	۲	۱	۱	۱	۱	۴۵۱۵	۴	۴۱۰۸	۱۰	۷	۱	۶
	کارون ۳	۱۰	۱۰	۱۱	۱۱	۱۰	۱۱	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۶۱۲	۲۴	۱۶۱۲	۲۴	۱۰	۱۰	۱۱
	کارون ۴	۱۱	۱۱	۱۲	۱۲	۱۲	۱۳	۱۲	۱۱	۱۳	۱۳	۱۴۲۲	۲۶	۱۴۲۲	۲۶	۱۱	۱۱	۱۲
	جراحی	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۵	۱۵	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۲۲۲	۲۸	۱۲۲۲	۲۸	۱۲	۱۲	۱۳
	دالکی	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۶	۱۶	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۱۲۲	۲۹	۱۱۲۲	۲۹	۱۳	۱۳	۱۴
	حله	۱۸	۱۸	۱۶	۱۶	۱۷	۱۸	۱۸	۱۸	۱۶	۱۶	۱۰۲۲	۳۰	۱۰۲۲	۳۰	۱۴	۱۴	۱۵
	مهران	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۹۲۲	۳۱	۹۲۲	۳۱	۱۵	۱۵	۱۶
	زهره	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۸۲۲	۳۲	۸۲۲	۳۲	۱۶	۱۶	۱۷
	دشت عباس	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۷۲۲	۳۳	۷۲۲	۳۳	۱۷	۱۷	۱۸
	حرا	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۶۲۲	۳۴	۶۲۲	۳۴	۱۸	۱۸	۱۹
	مند	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۵۲۲	۳۵	۵۲۲	۳۵	۱۹	۱۹	۲۰
	دشت آبگینه	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۴۲۲	۳۶	۴۲۲	۳۶	۲۰	۲۰	۲۱
	بهبهان	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۳۲۲	۳۷	۳۲۲	۳۷	۲۱	۲۱	۲۲
	زهره	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۲۲	۳۸	۲۲۲	۳۸	۲۲	۲۲	۲۳
	دشت آبگینه	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۱۲۲	۳۹	۱۲۲	۳۹	۲۳	۲۳	۲۴
	بهبهان	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۱۲۲	۴۰	۱۲۲	۴۰	۲۴	۲۴	۲۵
	زهره	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۱۲۲	۴۱	۱۲۲	۴۱	۲۵	۲۵	۲۶
	دشت آبگینه	۳۱	۳۱	۳۱	۳۱	۳۱	۳۱	۳۱	۳۱	۳۱	۳۱	۱۲۲	۴۲	۱۲۲	۴۲	۲۶	۲۶	۲۷
	بهبهان	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۱۲۲	۴۳	۱۲۲	۴۳	۲۷	۲۷	۲۸
	زهره	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۱۲۲	۴۴	۱۲۲	۴۴	۲۸	۲۸	۲۹
	دشت آبگینه	۳۴	۳۴	۳۴	۳۴	۳۴	۳۴	۳۴	۳۴	۳۴	۳۴	۱۲۲	۴۵	۱۲۲	۴۵	۲۹	۲۹	۳۰
	بهبهان	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۱۲۲	۴۶	۱۲۲	۴۶	۳۰	۳۰	۳۱
	زهره	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۱۲۲	۴۷	۱۲۲	۴۷	۳۱	۳۱	۳۲
	دشت آبگینه	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۱۲۲	۴۸	۱۲۲	۴۸	۳۲	۳۲	۳۳
	بهبهان	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۱۲۲	۴۹	۱۲۲	۴۹	۳۳	۳۳	۳۴
	زهره	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹	۱۲۲	۵۰	۱۲۲	۵۰	۳۴	۳۴	۳۵
	دشت آبگینه	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۱۲۲	۵۱	۱۲۲	۵۱	۳۵	۳۵	۳۶
	بهبهان	۴۱	۴۱	۴۱	۴۱	۴۱	۴۱	۴۱	۴۱	۴۱	۴۱	۱۲۲	۵۲	۱۲۲	۵۲	۳۶	۳۶	۳۷
	زهره	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۱۲۲	۵۳	۱۲۲	۵۳	۳۷	۳۷	۳۸
	دشت آبگینه	۴۳	۴۳	۴۳	۴۳	۴۳	۴۳	۴۳	۴۳	۴۳	۴۳	۱۲۲	۵۴	۱۲۲	۵۴	۳۸	۳۸	۳۹
	بهبهان	۴۴	۴۴	۴۴	۴۴	۴۴	۴۴	۴۴	۴۴	۴۴	۴۴	۱۲۲	۵۵	۱۲۲	۵۵	۳۹	۳۹	۴۰
	زهره	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۱۲۲	۵۶	۱۲۲	۵۶	۴۰	۴۰	۴۱
	دشت آبگینه	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۱۲۲	۵۷	۱۲۲	۵۷	۴۱	۴۱	۴۲
	بهبهان	۴۷	۴۷	۴۷	۴۷	۴۷	۴۷	۴۷	۴۷	۴۷	۴۷	۱۲۲	۵۸	۱۲۲	۵۸	۴۲	۴۲	۴۳
	زهره	۴۸	۴۸	۴۸	۴۸	۴۸	۴۸	۴۸	۴۸	۴۸	۴۸	۱۲۲	۵۹	۱۲۲	۵۹	۴۳	۴۳	۴۴
	دشت آبگینه	۴۹	۴۹	۴۹	۴۹	۴۹	۴۹	۴۹	۴۹	۴۹	۴۹	۱۲۲	۶۰	۱۲۲	۶۰	۴۴	۴۴	۴۵
	بهبهان	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۱۲۲	۶۱	۱۲۲	۶۱	۴۵	۴۵	۴۶
	زهره	۵۱	۵۱	۵۱	۵۱	۵۱	۵۱	۵۱	۵۱	۵۱	۵۱	۱۲۲	۶۲	۱۲۲	۶۲	۴۶	۴۶	۴۷
	دشت آبگینه	۵۲	۵۲	۵۲	۵۲	۵۲	۵۲	۵۲	۵۲	۵۲	۵۲	۱۲۲	۶۳	۱۲۲	۶۳	۴۷	۴۷	۴۸
	بهبهان	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳	۱۲۲	۶۴	۱۲۲	۶۴	۴۸	۴۸	۴۹
	زهره	۵۴	۵۴	۵۴	۵۴	۵۴	۵۴	۵۴	۵۴	۵۴	۵۴	۱۲۲	۶۵	۱۲۲	۶۵	۴۹	۴۹	۵۰
	دشت آبگینه	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵	۱۲۲	۶۶	۱۲۲	۶۶	۵۰	۵۰	۵۱
	بهبهان	۵۶	۵۶	۵۶	۵۶	۵۶	۵۶	۵۶	۵۶	۵۶	۵۶	۱۲۲	۶۷	۱۲۲	۶۷	۵۱	۵۱	۵۲
	زهره	۵۷	۵۷	۵۷	۵۷	۵۷	۵۷	۵۷	۵۷	۵۷	۵۷	۱۲۲	۶۸	۱۲۲	۶۸	۵۲	۵۲	۵۳
	دشت آبگینه	۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	۱۲۲	۶۹	۱۲۲	۶۹	۵۳	۵۳	۵۴
	بهبهان	۵۹	۵۹	۵۹	۵۹	۵۹	۵۹	۵۹	۵۹	۵۹	۵۹	۱۲۲	۷۰	۱۲۲	۷۰	۵۴	۵۴	۵۵
	زهره	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۱۲۲	۷۱	۱۲۲	۷۱	۵۵	۵۵	۵۶
	دشت آبگینه	۶۱	۶۱	۶۱	۶۱	۶۱	۶۱	۶۱	۶۱	۶۱	۶۱	۱۲۲	۷۲	۱۲۲	۷۲	۵۶	۵۶	۵۷
	بهبهان	۶۲	۶۲	۶۲	۶۲	۶۲	۶۲	۶۲	۶۲	۶۲	۶۲	۱۲۲	۷۳	۱۲۲	۷۳	۵۷	۵۷	۵۸
	زهره	۶۳	۶۳	۶۳	۶۳	۶۳	۶۳	۶۳	۶۳	۶۳	۶۳	۱۲۲	۷۴	۱۲۲	۷۴	۵۸	۵۸	۵۹
	دشت آبگینه	۶۴	۶۴	۶۴	۶۴	۶۴	۶۴	۶۴	۶۴	۶۴	۶۴	۱۲۲	۷۵	۱۲۲	۷۵	۵۹	۵۹	۶۰
	بهبهان	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۱۲۲	۷۶	۱۲۲	۷۶	۶۰	۶۰	۶۱
	زهره	۶۶	۶۶	۶۶	۶۶	۶۶	۶۶	۶۶	۶۶	۶۶	۶۶	۱۲۲	۷۷	۱۲۲	۷۷	۶۱	۶۱	۶۲
	دشت آبگینه	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۱۲۲	۷۸	۱۲۲	۷۸	۶۲	۶۲	۶۳
	بهبهان	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۱۲۲	۷۹	۱۲۲	۷۹	۶۳	۶۳	۶۴
	زهره	۶۹	۶۹	۶۹	۶۹	۶۹	۶۹	۶۹	۶۹	۶۹	۶۹	۱۲۲	۸۰	۱۲۲	۸۰	۶۴	۶۴	۶۵
	دشت آبگینه	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۱۲۲	۸۱	۱۲۲	۸۱	۶۵	۶۵	۶۶
	بهبهان	۷۱	۷۱	۷۱	۷۱	۷۱	۷۱	۷۱	۷۱	۷۱	۷۱	۱۲۲	۸۲	۱۲۲	۸۲	۶۶	۶۶	۶۷
	زهره	۷۲	۷۲	۷۲	۷۲	۷۲	۷۲	۷۲	۷۲	۷۲	۷۲	۱۲۲	۸۳	۱۲۲	۸۳	۶۷	۶۷	۶۸
	دشت آبگینه	۷۳	۷۳	۷۳	۷۳	۷۳	۷۳	۷۳	۷۳	۷۳	۷۳	۱۲۲	۸۴	۱۲۲	۸۴	۶۸	۶۸	۶۹
	بهبهان	۷۴	۷۴	۷۴	۷۴	۷۴	۷۴	۷۴	۷۴	۷۴	۷۴	۱۲۲	۸۵	۱۲۲	۸۵	۶۹	۶۹	۷۰
	زهره	۷۵	۷۵	۷۵	۷۵	۷۵	۷۵	۷۵	۷۵	۷۵	۷۵	۱۲۲	۸۶	۱۲۲	۸۶	۷۰	۷۰	۷۱
	دشت آبگینه	۷۶	۷۶	۷۶	۷۶	۷۶	۷۶	۷۶	۷۶	۷۶	۷۶	۱۲۲	۸۷	۱۲۲	۸۷	۷۱	۷۱	۷۲
	بهبهان	۷۷	۷۷	۷۷	۷۷	۷۷	۷۷	۷۷	۷۷	۷۷	۷۷	۱۲۲	۸۸	۱۲۲	۸۸	۷۲	۷۲	۷۳
	زهره	۷۸	۷۸	۷۸	۷۸	۷۸	۷۸	۷۸	۷۸	۷۸	۷۸	۱۲۲	۸۹	۱۲۲	۸۹	۷۳	۷۳	۷۴
	دشت آبگینه	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۱۲۲	۹۰	۱۲۲	۹۰	۷۴	۷۴	۷۵
	بهبهان	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۱۲۲	۹۱	۱۲۲	۹۱	۷۵	۷۵	۷۶
	زهره	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۱۲۲	۹۲	۱۲۲	۹۲	۷۶	۷۶	۷۷
	دشت آبگینه	۸۲	۸۲	۸۲	۸۲	۸۲	۸۲	۸۲	۸۲	۸۲	۸۲	۱۲۲	۹۳	۱۲۲	۹۳	۷۷	۷۷	۷۸
	بهبهان	۸۳	۸۳	۸۳	۸۳	۸۳	۸۳	۸۳	۸۳	۸۳	۸۳	۱۲۲	۹۴	۱۲۲	۹۴	۷۸	۷۸	۷۹
	زهره	۸۴	۸۴	۸۴	۸۴	۸۴	۸۴	۸۴	۸۴	۸۴	۸۴	۱۲۲	۹۵	۱۲۲	۹۵	۷۹	۷۹	۸۰
	دشت آبگینه	۸۵	۸۵	۸۵	۸۵	۸۵	۸۵	۸۵	۸۵	۸۵	۸۵	۱۲۲	۹۶	۱۲۲	۹۶	۸۰	۸۰	۸۱
	بهبهان	۸۶	۸۶	۸۶	۸۶	۸۶	۸۶	۸۶	۸۶	۸۶	۸۶	۱۲۲	۹۷	۱۲۲	۹۷	۸۱	۸۱	۸۲
	زهره	۸۷	۸۷	۸۷	۸۷	۸۷	۸۷	۸۷	۸۷	۸۷	۸۷	۱۲۲	۹۸	۱۲۲	۹۸	۸۲	۸۲	۸۳
	دشت آبگینه	۸۸	۸۸	۸۸	۸۸	۸۸	۸۸	۸۸	۸۸	۸۸	۸۸	۱۲۲	۹۹	۱۲۲	۹۹	۸۳	۸۳	۸۴
	بهبهان	۸۹	۸۹	۸۹	۸۹	۸۹	۸۹	۸۹	۸۹	۸۹	۸۹	۱۲۲	۱۰۰	۱۲۲	۱۰۰	۸۴	۸۴	۸۵
	زهره	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۱۲۲	۱۰۱	۱۲۲	۱۰۱	۸۵	۸۵	۸۶
	دشت آبگینه	۹۱	۹۱	۹۱	۹۱	۹۱	۹۱	۹۱	۹۱	۹۱	۹۱	۱۲۲	۱۰۲	۱۲۲	۱۰۲	۸۶	۸۶	۸۷
	بهبهان	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۱۲۲	۱۰۳	۱۲۲	۱۰۳	۸۷	۸۷	۸۸
	زهره	۹۳	۹۳	۹۳	۹۳	۹۳	۹۳	۹۳	۹۳	۹۳	۹۳	۱۲۲	۱۰۴	۱۲۲	۱۰۴	۸۸	۸۸	۸۹
	دشت آبگینه	۹۴	۹۴	۹۴	۹۴	۹۴	۹۴	۹۴	۹۴	۹۴	۹۴	۱۲۲	۱۰۵	۱۲۲	۱۰۵	۸۹	۸۹	۹۰
	بهبهان	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵	۱۲۲	۱۰۶	۱۲۲	۱۰۶	۹۰	۹۰	۹۱
	زهره	۹۶	۹۶	۹۶	۹۶	۹۶	۹۶	۹۶	۹۶	۹۶	۹۶	۱۲۲	۱۰۷	۱۲۲	۱۰۷	۹۱	۹۱	۹۲
	دشت آبگینه	۹۷	۹۷	۹۷	۹۷	۹۷	۹۷	۹۷	۹۷	۹۷	۹۷	۱۲۲	۱۰۸	۱۲۲	۱۰۸	۹۲	۹۲	۹۳
	بهبهان	۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	۱۲۲	۱۰۹	۱۲۲	۱۰۹	۹۳	۹۳	۹۴
	زهره	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۱۲۲	۱۱۰	۱۲۲	۱۱۰	۹۴	۹۴	۹۵
	دشت آبگینه	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۲	۱۱۱	۱۲۲	۱۱۱	۹۵	۹۵	۹۶
	بهبهان	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۲۲	۱۱۲	۱۲۲	۱۱۲	۹۶	۹۶	۹۷
	زهره	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲	۱۲۲	۱۱۳	۱۲۲	۱۱۳	۹۷	۹۷	۹۸
	دشت آبگینه	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۲۲	۱۱۴	۱۲۲	۱۱۴	۹۸	۹۸	۹۹
	بهبهان	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۴	۱۲۲	۱۱۵	۱۲۲	۱۱۵	۹۹	۹۹	۱۰۰
	زهره	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵	۱۲۲	۱۱۶	۱۲۲	۱۱۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۱
	دشت آبگینه	۱۰۶	۱۰۶	۱۰۶	۱۰۶	۱۰۶	۱۰۶	۱۰۶	۱۰۶	۱۰۶	۱۰۶	۱۲۲	۱۱۷	۱۲۲	۱۱۷	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۲
	بهبهان	۱۰۷	۱۰۷	۱۰۷	۱۰۷	۱۰۷	۱۰۷	۱۰۷	۱۰۷	۱۰۷	۱۰۷	۱۲۲	۱۱۸	۱۲۲	۱۱۸	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۳
	زهره	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۲۲	۱۱۹	۱۲۲	۱۱۹	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۴
	دشت آبگینه	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹	۱۲۲	۱۲۰	۱۲۲	۱۲۰	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۵
	بهبهان	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۲۲	۱۲۱	۱۲۲	۱۲۱	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۶
	زهره	۱۱۱	۱۱۱	۱۱۱	۱۱۱	۱۱۱	۱۱۱	۱۱۱	۱۱۱	۱۱۱	۱۱۱	۱۲۲	۱۲۲	۱۲۲	۱۲۲	۱۰۶	۱۰۶	۱۰۷
	دشت آبگینه	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۲۲	۱۲۳	۱۲۲	۱۲۳	۱۰۷	۱۰۷	۱۰۸
	بهبهان	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۲۲	۱۲۴

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		آبزی‌پروری		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 فاضلاب شهری	رتبه زه‌آب کشاورزی	رتبه فاضلاب صنعتی
ارومیه	دریاچه‌ارومیه	۴	۵	۵	۷	۲	۳	۴	۵	۵	۵	۱۶۰۸	۲۶	۱۳۵۱	۱۳	–	۶	۱۱
مرکزی	دریاچه‌نمک	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱۴	۱۸	۸	۱۰	۷۱۰	۳۰	۶۰۰	۲۶	۲	۲	۱
	گاوخونی	۸	۹	۲	۲	۳	۴	۸	۱۱	۱۰	۹	۱۲۶۶	۲۷	۱۰۶۹	۳۰	۱	۱۰	–
	بختگان- مهارلو	۹	۱۰	۴	۴	۷	۸	۶	۹	۷	۱۶	۲۱۲۶	۲۱	۱۸۰۴	۲۸	۸	۹	۸
	ابرقو- سیرجان	۲۴	۲۵	۱۹	۱۸	۲۵	۲۶	۲۷	۲۷	۲۶	۲۷	۲۸۶۱	۱۵	۲۳۵۲	۲۲	–	۲۴	–
	هامون-جازموریان	۱۴	۱۶	۲۰	۲۰	۲۷	۲۸	۲۱	۲۴	۱۳	۱۸	۶۵۴۵	۱	۵۳۱۶	۱۷	–	۱۳	–
	دشت لوت	۱۷	۱۸	۲۶	۲۴	۲۶	۲۴	۱۷	۱۴	۱۹	۲۳	۴۹۶۰	۲	۴۱۲۱	۱	۱۶	۱۶	–
	کویر مرکزی	۶	۶	۱۲	۶	۱۰	۱۱	۲۳	۲۵	۲۳	۲۴	۳۸۶۷	۷	۳۲۶۲	۲	۱۰	۵	۲
	سیاه کوه	۲۸	۲۸	۱۱	۱۲	۱۹	۱۹	۲۶	۴	۲۷	۶	۱۲۶۲	۲۸	۱۱۱۵	۶	۱۲	۳	–
	کویردرانجیر	۱۸	۱۹	۶	۱۰	۱۶	۱۶	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۰۰۹	۲۳	۱۶۶۷	۲۷	–	۱۹	–
هامون	دق پترگان	۱۳	۱۵	۲۷	۲۷	۱۵	۱۵	۲۹	۲۹	۲۲	۲۵	۴۲۹۳	۵	۳۵۵۹	۲۳	–	۲۸	–
	هامون – هیرمند	۲۵	۲۶	۱۵	۱۴	۱۷	۱۸	۲۲	۲۲	۲۹	۲۹	۱۹۱۵	۲۴	۱۶۱۱	۵	۱۵	۲۵	–
	هامون – مشکیل	۳۰	۳۰	۲۹	۲۹	۲۹	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۲۳۸۸	۱۹	۱۸۹۷	۲۴	–	۲۹	–
سرخس	قره قوم	۱۰	۱۲	۷	۵	۴	۵	۱۵	۱۵	۱۱	۱۱	۱۱۵۹	۲۹	۹۹۰	۱۹	۹	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

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 4

بررسي اثرات زيست محيطي استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌هاي برگشتي

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 نهایتا 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 قلیاییت 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

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، بریلیوم، کبالت، فلوئور، آهن، لیتیم، منگنز، مولیبدن، سلنیوم، 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 علایم 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 (تنیاساژیناتا) 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. باکتریی که مسوول تبدیل نیترات به نیتریت 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 حقابه‌های محیط زیستی در

مصارف زراعی همراه است. به‌طوری‌که 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.

۴-۲-۳-۲- 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.

۴-۲-۳-۳- 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.

۴-۲-۳-۴- 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.

۴-۲-۳-۵- 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].

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

به‌طور معمول کلی‌فرم مدفوعی و تعداد تخم انگل نماتد، 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 بقاء و ماندگاری این عوامل در محیط مطابق جدول (۴-۳) ارائه شده است. مطابق جدول (۴-۲)، چنان‌چه مشاهده می‌شود میزان خطرزایی عوامل بیماری‌زای موجود در پساب‌ها، به ترتیب شامل کرم‌ها، پروتوزویرها 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. پروتوزیورها 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، حصبه، 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، هیمنولیپیس، استرونژیلوییدس، 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[1] معمولا در مناطقی که کشاورزان از کفش مناسب برای محافظت پا استفاده نمی‌کنند بیش‌تر می‌باشد.
تری‌ماتودها: شیستوزوماها، کلنورچیدس و فاسیولاها	تماس و مصرف	خطر مهم در آبزی‌پروری 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) شیستوزومیازیس از طریق پوست و از آب آلوده سرایت می‌کند.

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 وE، آنترو 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 خطراتی 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 آبزی‌پروری مصرف‌کنندگان آبزیان 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 آبزی‌پروری موجب انتقال و تجمع در آبزیان شده و در نهایت از طریق مصرف گیاهان و یا آبزیان 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[1] و سالمونلا[2] و تیفوید)[3]
کم (موارد کم از عفونت شدید)	ویروس‌های روده‌ای

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

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

اعداد داخل پرانتز بیانگر مدت زمان معمول می‌باشد.

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 کاربارل[1]، علف‌کش‌هایی هم‌چون 4D، 2 و آترازین نیز از جمله ترکیبات شیمیایی می‌باشند که در فاضلاب مشاهده می‌شوند.

۴-۲-۴-۳- 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 وکبالت 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 پروتیین 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

صورت استفاده غیر صحیح و راهیابی به منابع آب موجب تخریب زیست‌بوم‌های آبی می‌گردد. ترکیبات ازته (نیتریت 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. خصوصا 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 میکروارگانیسم‌های 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 خطرزایی 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 (میلی‌گرم 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.

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.

تری هالومتان‌ها (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 ۱۹۷۵تری هالومتان‌ها از سوی آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA)[1] 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 عمدتا 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 تری هالومتان‌ها، 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[2] 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

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 سلنیوم منطقه تحت آبیاری دره سان‌ژواکین 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	تاثیر روی خاک	تاثیر روی گیاه	تاثیر بر دام‌ها
نیتروژن	فاضلاب شهری با غلظت ازت کل ۸۵-۲۰ میلی‌گرم 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 میلی‌گرم در لیتر $N\text{-}NO_3$، زیاد می‌شود.	اثری گزارش نشده است
	فاضلاب با غلظت نیتروژن بیش از ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر	اثری گزارش نشده است	می‌تواند باعث افزایش رشد گونه‌ها گردیده و کاهش میزان محصول در غلات و هم‌چنین میزان قند در چغندرقند و نیشکر گردیده و هم‌چنین ممکن است باعث افزایش رشد بخش سبز گیاه نسبت به بخش میوه آن شده و باعث تاخیر در رسیدن میوه‌ها نیز شود.	با توجه به این‌که علوفه غذای اصلی گاو محسوب می‌شود. می‌تواند بیماری (کزاز عضلات)[1] گردد که به علت عدم تعادل در غلظت نیتروژن، پتاسیم و منیزیم حاصل می‌شود.
فسفر	فاضلاب شهری با غلظت فسفر بین ۲۰-۶ میلی‌گرم بر لیتر	اثری گزارش نشده است	باعث افزایش حاصلخیزی می‌شود.	-
	فاضلاب شهری با غلظت فسفر بیش از ۲۰ میلی‌گرم 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 ۳/۰-۷ میلی‌گرم بر لیتر	اثری گزارش نشده است.	اثر روی گیاهان بسیار حساس با غلظتی معادل ۰/۵-۰/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر اثر بر روی گیاهان حساس با غلظت معادل ۰/۷۵-۱ میلی‌گرم بر لیتر اثر بر روی گیاهان با حساسیت متوسط با غلظتی معادل ۲-۴ میلی‌گرم بر لیتر	-
	فاضلاب با بیش از ۳ میلی‌گرم بر لیتر	باعث شوری خاک شده و با توجه به شرایط زهکشی خاک بر پارامترهای دیگر نیز تاثیرگذار خواهد بود.	بر روی گونه‌های با حساسیت متوسط (۲-۴ میلی‌گرم بر لیتر)، مقاوم (۴-۶ میلی‌گرم بر لیتر) و بر روی گیاهان بسیار مقاوم (۶-۱۵ میلی‌گرم بر لیتر) اثر می‌گذارد.	-
مواد آلی	فاضلاب شهری با غلظت BOD ۱۱۰-۴۰۰ میلی‌گرم 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

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	تاثیر روی خاک	تاثیر روی گیاه	تاثیر 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 آبشویی و زه‌کشی خاک بستگی دارد.	باعث بروز مشکلاتی در گیاهان حساس با TDS ۴۵۰-۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و هدایت الکتریکی ۰/۷-۳ دسی‌زیمنس بر متر می‌گردد. با هدایت الکتریکی بین ۸-۵ 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.	-
	فاضلاب با: TDS: بیش 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 تاثیر آن به گیاه بستگی به هدایت الکتریکی، مقدار SAR[1]، وضعیت آبشویی 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.	-
قلیاییت (کربنات و بی‌کربنات)	فاضلاب با قلیاییت ۲۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم کربنات کلسیم بر لیتر	اثری گزارش نشده است.	اثری گزارش نشده است.	اثری گزارش نشده است.
	فاضلاب با قلیاییت بیش از ۵۰۰ میلی‌گرم کربنات کلسیم بر لیتر	در غلظت‌های بالای حد تعادل در خاک باعث رسوب کلسیم و تاثیر منفی برروی 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.
	فاضلاب شهری یا پساب‌های صنعتی با غلظت بالای فلزات	باعث آلودگی خاک گردیده و با تمرکز در لایه سطحی می‌تواند به حد خطرزا 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 محصول‌دهی در گیاهان را تحت تاثیر 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 عمدتا در کلیه و کبد تجمع می‌شود؛ بر روی گوشت و شیر از اثر کم‌تری برخوردار است.

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	تاثیر روی خاک	تاثیر روی گیاه	تاثیر 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 میلی‌گرم بر کیلوگرم و مس کم‌تر می‌گردد. مصرف گیاهان با میزان ۵ میلی‌گرم برکیلوگرم برای حیوانات پستاندار سمی است. سمیت مولیبدن به غلظت مس و سولفات نسبت عکس دارد.
کلراید	فاضلاب با غلظت ۳۰-۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر	می‌تواند باعث شوری خاک شود، که این عامل بستگی به وضعیت آبشویی خاک و زه‌کشی آن دارد.	در غلظتی کم‌تر از ۱۴۰ میلی‌گرم بر لیتر اثری مشاهده نشده است.	–
	فاضلاب با غلظت بیش از ۱۴۰ میلی‌گرم بر لیتر	با توجه به وضعیت آبشویی و زهکشی خاک باعث شوری خاک می‌شود.	در غلظت‌های بالای ۱۴۰ میلی‌گرم بر لیتر اثرات بروز می‌کند. در غلظت‌های بالای ۳۵۰ میلی‌گرم 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.	–
	پساب‌های شهری با pH: ۷/۴-۷	اثری گزارش نشده است.	–	–

فصل 5

بررسي چارچوب‌ها و معيارهاي قانوني و استانداردهاي مربوط به استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌هاي برگشتي

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، قانون‌گزاران 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 این‌که 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 (شیوه نامه 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.

- 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 ۸۶/۱۱/۸

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 مصرف‌کنندگان از پساب

۵-۲-۲-۲- 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 عمدتا بر استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده خانگی تمرکز دارد و سایر منابع آب غیرمتعارف 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

۵-۲-۲-۳- 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

۵-۲-۲-۴- 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 نظرگیری 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 صورتی‌که در مواردی زیادی در سطح کشور متقاضی برای مصارف صنعتی و فضای سبز و پارک‌ها و... وجود دارد.
- این شیوه‌نامه عمدتا بر استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده خانگی تمرکز دارد و سایر منابع آب غیرمتعارف 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

۵-۲-۲-۵- 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 این‌که در بیش‌تر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب عمل کلرزنی پساب خروجی به

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 عمومی‌تلقی 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

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 قانون گذاران قرار گیرد. این همه موجب می‌شود که قوانین و مقررات در این زمینه به صورت مستمر مورد تجدید نظر و اصلاح قرارگیرند.

ایراد دیگر، ناچیز و یا کم بودن میزان جریمه‌های نقدی و عدم در نظر گرفتن نرخ تورم می‌باشد. به‌طوری‌که فقط در ماده (۱۱) آیین نامه 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 عمدا و یا از روی بی مبالاتی صورت پذیرد. هرچند که باید بین این دو حالت تفاوت قایل شد، لیکن نظر به این‌که 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 اصولا از آلوده شدن آب جلوگیری کند.

مساله کلی‌گویی و برخورد کیفی با مسایل از نواقص دیگر قوانین و مقررات موجود می‌باشد.

۵-۲-۳-۳- 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:

۵-۲-۳-۳-۲- 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 نهادینه 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 ویا 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. متاسفانه 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.

گروه‌های مختلف شامل استانداردهای مربوط به مصارف آبیاری (کشاورزی- فضای سبز)، آبزیان 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 عمدتا 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 پریود زمانی 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 عمدتا 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 برگیرنده اکثر پارامترهای کیفی اعم از فیزیکی، شیمیایی، میکربیولوژیکی 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

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 نسبتا 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)[1] می‌باشند. در این بین پارامترهای بهداشتی با داشتن یک مورد (تعداد کلی‌فرم 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 نسبتا 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 عمدتا 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 اندازه گیری و تعداد پارامترهای اندازه گیری متفاوت است) برای پایش کیفی مورد استناد قرار گرفته است.
- نکته مهمی که در اغلب این استانداردها به چشم می‌خورد عدم توجه و یا کم توجهی به بار ورودی آلایندها به رودخانه می‌باشد، درصورتی‌که با توجه به میزان جریان متفاوت رودخانه‌ها، تنها اعمال استاندارد غلظت بدون لحاظ کردن میزان

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 بین المللی 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 رییس جمهور (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 استانداردی 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، آبزی پروری، مصارف شهری، شرب دام و طیور، تغذیه مصنوعی و... می‌باشد. استانداردهای ارائه شده در این بخش به عنوان بستر و پایه‌ای برای تکمیل

فضای سبز می‌باشد که ذیلا 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.

۵-۳-۲-۱-۱- 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)[1] 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 مهندسین 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 احتمالا 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

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 نسبتا 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 FAO (۱۹۸۵) 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) بسیار

گروه‌بندی آب‌ها را شکل می‌دهد. کاربران این گروه‌بندی‌ها می‌توانند برمبنای 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 مبانی 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 کاربردشان برای آبیاری 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 (<۲۵۰mm) با انجام آبشویی زمستانه از انباشت نمک در منطقه ریشه جلوگیری گردد. درمناطقی با بارندگی‌های بیش‌تر احتمال آبشویی نمک‌ها با آب باران زیاد است و بنابراین آبشویی اضافی ضروری نخواهد بود.

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

نام گروه	غلظت نمک میلی‌گرم بر لیتر	هدایت الکتریکی میکروزیمنس بر سانتی‌متر	ملاحظات و توصیه‌ها
غیرشور[۱]	<۵۰۰	<۷۰۰	این آب‌ها در هر نوع بافت خاک برای آبیاری همه گیاهان قابل استفاده‌اند. در شرایط بارندگی کم، آبشویی زمستانه توصیه می‌شود.
کم‌شور[۲]	۱۵۰۰-۵۰۰	۲۵۰۰-۷۰۰	در خاک‌های دارای بافت سبک و متوسط بی‌خطرند. در خاک‌های رسی، آبشویی نمک‌ها و زهکشی باید انجام شود.
لب شور[۳]	۵۰۰۰-۱۵۰۰	۸۰۰۰-۲۵۰۰	در خاک‌های سبک با یک بار آبشویی زمستانه همراه باشد. در خاک‌های بافت متوسط و سنگین آبشویی 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]	۸۰۰۰-۵۰۰۰	۱۲۰۰۰-۸۰۰۰	برای گیاهان حساس به شوری در هیچ خاکی به کار نرود. در همه خاک‌ها آبشویی نمک‌ها همراه با هر آبیاری انجام شود. در مرحله جوانه زنی از آب‌های غیرشور و کم‌شور استفاده شود. در همه موارد از کاربرد این آب‌ها در خاک‌هایی که زهکشی خوبی ندارند خودداری گردد.
خیلی شور[۵]	۱۳۰۰۰-۸۰۰۰	۲۰۰۰۰-۱۲۰۰۰	فقط در موارد استثنایی (گیاهان یا ارقام مقاوم به شوری + خاک‌های سبک با زهکشی خوب) یا در

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، نسبتا 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 چغندرقند 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 بر [۷۵]، گونه‌های زراعی در چهار گروه حساس، نسبتا حساس، مقاوم و نسبتا مقاوم طبقه‌بندی شده‌اند. چنان‌چه مشاهده می‌شود حساسیت گونه‌های گیاهی بیش‌تر از گونه‌های درختی می‌باشد. با توجه به تاثیر میزان غلظت بر 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]

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

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

گیاه	غلظت آستانه برای کلرید میلی‌مول بر لیتر	شیب افت تولید (٪) به ازای هر میلی‌مول بر لیتر	گیاه	غلظت آستانه برای کلرید میلی‌مول بر لیتر	شیب افت تولید (٪) به ازای هر میلی‌مول بر لیتر
خیار	۲۵	۱/۳	هویج	۱/۴	۱۰
گوجه فرنگی	۲۵	۱	تربچه	۱/۳	۱۰

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
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
پرتغال	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
سیب‌زمینی شیرین	۱-۰/۷۵	حساس	لوبیا	۱-۰/۷۵	حساس
گندم	۱-۰/۷۵	حساس	کنجد	۱-۰/۷۵	حساس
توت فرنگی	۱-۰/۷۵	حساس	براکلی	۱	نسبتا حساس
لوبیا 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	شبدر 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
گوجه 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
گوجه 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
پرتغال	۷/۵-۰/۵	حساس	کاهو	۱/۳	نسبتا حساس

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	ترب	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	شبدر شیرین	۴-۲	نسبتا مقاوم
فلفل قرمز	۲-۱	نسبتا حساس	کدو	۴-۲	نسبتا مقاوم
نخود	۲-۱	نسبتا حساس	خربزه	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	گوجه فرنگی	۵/۷	مقاوم
جعفری	۶-۴	مقاوم	سورگم	۷/۴	خیلی مقاوم
چغندر لبویی	۶-۴	مقاوم			

۵-۳-۲-۱-۳- 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 کشورهایی مثل عربستان و تونس در شرایط لزوم (فاکتورهایی که برای آنها استانداردی 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
		کلیه خاک‌ها	خاک‌های شنی			برنج‌کاری	زمین‌های خشک	سبزیجات	تمام خاک‌ها	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	میلی‌گرم بر لیتر	۳۵۰۰-۵۰۰				۲۰۰۰-۱۰۰۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰		۷۰۰
هدایت الکتریکی	میکروزیمنس بر سانتی‌متر			۷۵۰						۷۰۰
جامدات معلق	میلی‌گرم بر لیتر			۱۰۰		۱۵۰	۲۰۰	۱۰۰	۱۰	۳۰
کلرید	میلی‌گرم بر لیتر			۱۷۵		۲۵۰		۲۵۰	۲۸۰	۲۰۰۰
سولفات	میلی‌گرم بر لیتر			۲۰۰						
TKN	میلی‌گرم بر لیتر			۱		۱۲	۳۰	۳۰		

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
		کلیه خاک‌ها	خاک‌های شنی			برنج‌کاری	زمین‌های خشک	سبزیجات	تمام خاک‌ها	تمام خاک‌ها
کبالت	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 فعال‌کننده 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					
تری‌کلرواستئالید	میکروگرم بر لیتر					۱۰۰۰	۵۰۰	۵۰۰		
پروپیون آلدیید	میکروگرم بر لیتر					۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰		
فنل	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:

- 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 میکربیولوژی 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 اپیدمولوژی، 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 احتمالا 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.

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 صرفا 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 غیرفراوری شونده، استفاده مجدد در آبیاری محصولات خوراکی با فرآوری، 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 صورتی‌که 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

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 آبزی پرورش یافته در برکه‌های آلوده که به وسیله فاضلاب یا پساب‌های صنعتی هستند، معمولا از میزان بروز بیماری‌های پوستی مانند سوزش و التهابات پوستی بیش‌تری برخوردار می باشند.

براساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی برای استفاده از پساب در پرورش آبزیان میزان اشر شیاکلی[1] 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 آبزی پروری به شرح ذیل ارائه می‌شود:

- توصیه‌های ملی EPA برای معیارهای کیفی آب جهت آبزیان [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 آبزی پروری ارائه نمود. در این استاندارد، CMC[2] 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، تاثیرات نامطلوب بر آنها به جای گذاشته نشود. هم‌چنین CCC[3] 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، تاثیرات 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 آبزی پروری 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 میکربی 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

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 ۰۰۰ ۸ 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) [۷۱]
- 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]

- استاندارد کیفی آب خام، پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف صنعت

همان‌طوری‌که مشاهده می‌شود شاخص‌ها واستانداردهای کیفی در مصارف آب در صنایع مختلف از تنوع بالایی برخوردار می‌باشند. این استانداردها از منابع بین المللی 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 استانداردی 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 6

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 زیست‌محیطی 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، آبزیان، حیات وحش و مصارف شهری و تفرجی

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

برای استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در مصارف دام و طیور استاندارد مطابق جداول (۶-۱) و (۶-۲) پیشنهاد می‌گردد.

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 میلی‌گرم بر لیتر	مرجع انتخابی
۱	آرسنیک	۰/۲	استاندارد موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۲	آلومینیم	۵	
۳	بریلیوم	–	
۴	بر	۵	
۵	کادمیوم	۰/۰۵	
۶	کرم $^{+6}$	۱	
۷	کرم $^{+3}$		
۸	مس	۰/۵	
۹	فلویور	۲	
۱۰	آهن	–	
۱۱	سرب	۰/۱	
۱۲	لیتیوم	–	
۱۳	منگنز	–	
۱۴	مولبیدن	۰/۵	
۱۵	کبالت	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.او.دی پنج روزه	۱۰۰	استاندارد موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۲۴	سی.او.دی	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 سانتی‌متر	رده‌بندی	موارد مصرف	مرجع انتخابی
۱	<۱۵۰۰	عالی	برای همه گونه دام و طیور عالی است.	
۲	۵۰۰۰-۱۵۰۰	بسیار مناسب	برای همه دام‌ها مناسب است ولی دام‌هایی که به آن عادت ندارند احتمالا به اسهال دچار می‌شوند. غلظت‌های بالای این محدوده باعث آبکی شدن فضولات طیور می‌شود.	
۳	۸۰۰۰-۵۰۰۰	مناسب برای دام	برای دام‌ها مناسب است ولی دام‌هایی که به ان عادت ندارند ممکن است از خوردن امتناع	

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 میکربیولوژیکی 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(۶-۳)، استاندارد ارائه شده از طرف فائو برای یون‌های ویژه (جدول۶-۵)، 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(۶-۴)، پیشنهاد می‌گردد (جداول 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[۲])
A	آبیاری گیاهانی که احتمالا خام خورده می‌شوند، زمین‌های ورزشی، و پارک‌ها[۳]	کارگر آبیاری، مصرف‌کنندگان، عموم مردم	≤۱	≤۱۰۰۰
B	آبیاری غلات، گیاهان صنعتی یا علوفه‌ای، درختان و چراگاه‌ها[۴]	کارگر آبیاری	≤۱	توصیه ارائه نشده
C	آبیاری موضعی (مثل قطره‌ای) گیاهان گروهB در صورتی که کسی در معرض قرار نگیرد	هیچ یک	مصداق ندارد	مصداق ندارد.

۱- Ascaris, Tricuris قلابدار روده.

۲- طی آبیاری.

۳- چمن‌کاری‌های 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 جمع‌آوری‌گردد. آبیاری بارانی نباید به‌کار رود.

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

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

پارامتر	واحد	مقدار حداکثر مجاز
pH	-	۶/۵-۸/۴
هدایت الکتریکی (EC_w)	میکروزیمنس بر سانتی‌متر	۷۰۰
نسبت جذب سدیم تنظیم شده (adj.SAR)	-	۳[۱]
سدیم(Na)	میلی‌گرم بر لیتر	۷۰[۲]
کلرید(Cl)	میلی‌گرم بر لیتر	۱۰۰[۳]
بر(B)	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۷
کربنات(CO_3)	میلی‌گرم بر لیتر	۳-۰
بی‌کربنات(HCO_3)	میلی‌گرم بر لیتر	۹۰[۴]
فسفات(PO_4)	میلی‌گرم بر لیتر	۵۰
نیتروژن نیترات ($N\text{-}NO_3$)	میلی‌گرم بر لیتر	-
نیتروژن آمونیاکی($N\text{-}NH_4$)	میلی‌گرم بر لیتر	مجموعا۵
کل مواد جامد معلق(TSS)	میلی‌گرم بر لیتر	۴۰
کل مواد محلول(TDS)	میلی‌گرم بر لیتر	۴۵۰
اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD)	میلی‌گرم بر لیتر	۳۱
کلی‌فرم مدفوعی	MPN/100ml	۱۰۰۰[۵]
تخم انگل‌های کرمی گروه نماتود	تعداد در لیتر	۱[۶]

۱- مقدار جذب سدیم تنظیم‌شده مندرج در جدول به ازای حداقل ECW =۰/۷ ds/m در نظر گرفته شده است. برای مقادیر بیش‌تر SAR میزان هدایت الکتریکی به صورت زیر تغییر خواهد نمود:

SAR<۶ تنظیم‌شده > ۳ ECW≥۱/۲

SAR<۱۲ تنظیم‌شده > ۶ ECW≥۱/۹

SAR<۲۰ تنظیم‌شده > ۱۲ ECW≥۲/۹

SAR<۴۰ .تنظیم‌شده> ۲۰ ECW≥۵

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 میلی‌گرم 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 استانداردی 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.

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 میلی‌گرم بر لیتر	ردیف	مواد آلاینده	تخلیه به آب‌های سطحی میلی‌گرم بر لیتر
۱	نقره	۱	۲۷	نیتریت 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	فرمالدییید	۱	۳۷	چربی روغن	۱۰
۱۲	فنل	۱	۳۸	دترجنت	۱/۵
۱۳	سیانور	۰/۵	۳۹	BOD	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)
۱۴	کبالت	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	آمونیوم 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 و محلول و معلق

مختلف در پالایش فاضلاب و بهبود کیفی آن متفاوت بوده و علیرغم تاثیر مثبت در کیفیت پساب و کاهش بعضی پارامترها مانند عوامل میکروبی، موادآلی، 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	نیتریت بر حسب NO_2	۱۰
۲	آلومینیوم	۵	۲۸	نیترات 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	فرمالدییید	۱	۳۷	چربی روغن	۱۰
۱۲	فنل	ناچیز	۳۸	دترجنت	۰/۵
۱۳	سیانور	۰/۱	۳۹	BOD	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)
۱۴	کبالت	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	منیزیوم	۱۰۰	۴۸	رنگ (واحد رنگ)	۷۵
۲۳	منگنز	۱	۴۹	درجه حرارت	–
۲۴	مولیبدن	۰/۰۱	۵۰	کلی‌فرم مدفوعی (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	۴۰۰

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 نسبتا 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 به‌کار روند. با توجه به نیاز به میزان بالای 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 (میلی‌گرم 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 >
قلیاییت	<۱۵۰	<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 کلی‌فرم کل، کلی‌فرم مدفوعی، اشرشیاکلی و انتراکوکی می‌باشد که در چند سال اخیر دو مورد آخر (اشرشیا و انتراکوکی) بیش‌تر مورد توجه بوده است. چون اندازه‌گیری این دو پارامتر نسبت به کلی‌فرم کل و فکال کلی‌فرم 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 انتراکوکی 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[1] [۱۸]

شاخص‌های عددی / نوع تفرج	کلی‌فرم کل (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	کلی‌فرم مدفوعی (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	اشرشیاکلی (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	انتراکوکی (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	اکسیژن محلول (DO)	pH
مستقیم[1]	۲۰۰۰	۴۰۰	۲۰۰	۵۰	≥ ۵	۹-۶
مستقیم[2]	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰	۶۰۰	۲۰۰		
غیرمستقیم[1]	۵۰۰۰	۲۰۰۰	۶۰۰	۲۰۰		
غیرمستقیم[2]	۱۰۰۰۰	۴۰۰۰	۱۲۰۰	۴۰۰		

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 ۱۰میکروگرم بر لیتر کلروفیل a)، آب باید

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

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

جدول ۶-۱۰- استاندارد پیشنهادی برای استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی در محیط زیست، آبزیان،حیات وحش و مصارف شهری[1] و ... [۱۴]

پارامتر	حداکثر میزان مجاز	واحد	پارامتر	حداکثر میزان مجاز	واحد
pH	۹-۶/۵	-	**سموم دفع آفات**		
کل جامدات محلول	۷۵۰	میلی‌گرم بر لیتر	آلدرین	۰/۰۰۳	میکروگرم بر لیتر
اکسیژن محلول	۵ (حد اقل)[1]	میلی‌گرم بر لیتر	آندرین	۰/۰۰۴	میکروگرم بر لیتر
اکسیژن خواهی بیوشیمیایی ۵ روزه	۵	میلی‌گرم بر لیتر	اندوسولفان	۰/۰۰۳	میکروگرم بر لیتر
آمونیاک	۰/۰۲	میلی‌گرم بر لیتر	پاراتیون	۰/۰۴	میکروگرم بر لیتر
نیترات	۴۵	میلی‌گرم بر لیتر	توکسافن	۰/۰۰۵	میکروگرم بر لیتر
کلی‌فرم مدفوعی	۴۰۰	تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر	د.د.ت	۰/۰۰۱	میکروگرم بر لیتر
فلزات سنگین			دمتون	۰/۱	میکروگرم بر لیتر
آهن	۰/۳	میلی‌گرم بر لیتر	دیلدرین	۰/۰۰۳	میکروگرم بر لیتر
آرسنیک	۰/۰۵	میلی‌گرم بر لیتر	کلردان	۰/۰۱	میکروگرم بر لیتر
جیوه	۰/۰۰۰۰۵	میلی‌گرم بر لیتر	گاتیون	۰/۰۱	میکروگرم بر لیتر
روی	۵	میلی‌گرم بر لیتر	لیندین	۰/۰۱	میکروگرم بر لیتر
سرب	۰/۰۵	میلی‌گرم بر لیتر	مالاتیون	۰/۱	میکروگرم بر لیتر
کادمیم	۰/۰۱	میلی‌گرم بر لیتر	متوکسی کلر	۰/۰۳	میکروگرم بر لیتر
کرم	۰/۰۵	میلی‌گرم بر لیتر	میرکس	۰/۰۰۱	میکروگرم بر لیتر
مس	۱	میلی‌گرم بر لیتر	هپتاکلر	۰/۰۰۱	میکروگرم بر لیتر
منگنز	۰/۰۵	میلی‌گرم بر لیتر			
ترکیبات سمی					
بی‌فنیل‌های پلی‌کلره (PCBs)	۰/۰۰۱	میکروگرم بر لیتر	فتالت‌ها	۳	میکروگرم بر لیتر
سیانید	۵	میکروگرم بر لیتر	فنل	۱	میکروگرم بر لیتر

۱- غلظت اکسیژن محلول نباید کم‌تر 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 می‌باشد، که می‌تواند به نوعی با دقت و تجزیه دقیق‌تر اجزای آن، بیانگر کل COD باشد.

در جدول زیر، می‌توان از فاکتور TDS به جای EC استفاده نمود، زیرا می‌توان با استفاده از فاکتور TDS مقدار EC را نیز محاسبه نمود. با توجه به این‌که آبزیان از گروه ترکیبات ازته، به غلظت آمونیاک حساسیت زیادی دارند، در این گروه استاندارد آمونیاک ارائه شده است. همچنین در بررسی منابع نشان استانداردی برای نیترات و COD جهت پرورش ماهیان مشاهده نگردید.

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

پارامتر کیفی	غلظت	مقدار پیشنهاد شده
آمونیاک	میلی‌گرم بر لیتر	<۱
دی اکسید کربن	میلی‌گرم بر لیتر	<۱۲
فلزات سنگین	میلی‌گرم بر لیتر	<۱
مس	میلی‌گرم بر لیتر	<۰/۰۲
آرسنیک	میلی‌گرم بر لیتر	<۱
سرب	میلی‌گرم بر لیتر	<۰/۱
سلنیم	میلی‌گرم بر لیتر	<۰/۱
سیانید	میلی‌گرم بر لیتر	<۰/۰۱۲
فنل‌ها	میلی‌گرم بر لیتر	<۰/۰۲
جامدات محلول	میلی‌گرم بر لیتر	<۱۰۰۰
دترجنت‌ها	میلی‌گرم بر لیتر	<۰/۲
اکسیژن محلول	میلی‌گرم بر لیتر	>۵
DDT	میلی‌گرم بر لیتر	<۰/۰۰۲
بنزن هگزا کلراید (BHC)[۱]	میلی‌گرم بر لیتر	<۰/۲۱
متیل پاراتیون	میلی‌گرم بر لیتر	<۰/۱
مالاتیون	میلی‌گرم 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.		

۶-۳- 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 زیست‌محیطی

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 عمدتا 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 لجن‌فعال 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.

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
- مصرف‌کننده‌گان 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 آبزیان خوراکی و یا چسبیدن به آنها وارد دستگاه گوارشی می‌شوند. چسبیدن عوامل بیماری‌زا به محصولاتی که نزدیک سطح زمین قرار می‌گیرند، بـه ویـژه 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 آبیـاری و برداشـت 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 مـی‌شـوند 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 آب‌هـای زیرزمینـی از مانـدگاری 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 پـساب بـه منـاطق مصرف به صورت لوله و یا کانال سر پوشیده طراحی می‌شود. با توجه به فاصله زمانی و مکانی کم محـل تولیـد و مـصرف پـساب 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 تاثیرگذاری و تاثیرپذیری از محیط فراهم نمی‌باشد؛ لذا تنها موردی که پایش آن ضروری است پایش مسیر انتقال از نظـر وضعیت و سلامتی تاسیسات و سازه‌های مستقر در مسیر، بررسی و کنترل وضعیت جریان و جلـوگیری از گرفتگـی لولـه و یـا کانـال انتقال، تخریب و خرابی خط انتقال و دخل و تصرف‌های غیرمجاز و هم‌چنین کنترل علایم هشداردهنده نصب شـده در طـول مـسیر 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

۶-۳-۳- 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، اندازه گیری 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 ۶-۱۳- مراحل پیشنهادی پایش کیفی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب

سیستم مورد بررسی		فواصل نمونه برداری و پایش					
		روزانه	هفتگی	۱۵ روزه	ماهانه	فصلی	شش ماه	سالانه
برکه تثبیت	فاضلاب ورودی و پساب خروجی	دبی، کلر باقی مانده، pH، DO	COD صاف شده و COD صاف‌نشده و TS, TSS	BOD صاف شده و BOD صاف‌نشده	دما، دترجنت، چربی و روغن، کلی‌فرم کل و فکال کلی‌فرم،TP فلزات سنگین[1]	TKN,EC تخم انگل نماتودها – فسفر کل، نیتریت و نیترات نیتروژن آمونیاکی، کلراید، سدیم، کلسیم و منیزیوم، بر	بررسی وضعیت هیدرودینامیکی جریان و زمان ماند (بررسی احتمال تشکیل اتصال کوتاه و عدم اختلاط)	–
	لجن دفعی	–	میزان لجن دفعی	–	فلزات سنگین- NE	عناصر مغذی از نظر N- P-K[1]		–
لاگون هوادهی	فاضلاب ورودی و پساب خروجی	دما، دبی، کلر باقی مانده، DO، pH	BOD5	COD و TS[2] (کل مواد جامد) و TSS	کلی‌فرم کل و فکال کلی‌فرم، تخم انگل، TKN[3] (نیتروژن کل به روش کجلدال)، بر، فسفر کل، نیترات، نیتریت، نیتروژن آمونیاکی، دترجنت، روغن و چربی، فلزات سنگین	کلراید، سدیم، کلسیم و منیزیوم، EC،	بررسی وضعیت هیدرودینامیکی جریان و زمان ماند (بررسی احتمال تشکیل اتصال کوتاه و عدم اختلاط)	–
	لجن دفی	–	میزان لجن دفی– اندیکس		فلزات سنگین، تخم انگل (NE)[4]	عناصر مغذی از نظر N-P-K	–	–

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

سیستم مورد بررسی		فواصل نمونه برداری و پایش					
		روزانه	هفتگی	۱۵ روزه	ماهانه	فصلی	شش ماه	سالانه
سیستم لجن فعال	فاضلاب ورودی و پساب خروجی	دبی، کلر باقی مانده، دما، pH ،DO	کلی‌فرم و فکال کلی‌فرم، BOD_5	COD، TS، TSS، VSS[1] (جامدات معلق فرار)	چربی و روغن، دترجنت، تخم انگل، نیتروژن آمونیاکی، فسفر کل، نیترات و نیتریت، TKN، سدیم، منیزیم، کلسیم	فلزات سنگین، EC، کلراید، بر	بررسی وضعیت هیدرودینامیکی جریان و زمان ماند	–
	لجن دفی	–	میزان لجن دفی – اندیکس حجمی لجن	–	فلزات سنگین، تخم انگل (NE)	عناصر مغذی از نظر N-P-K	–	–
کارگران شاغل		–	–		معاینات کلینیکی	آزمایش از نظر بیماری‌های مرتبط با پساب شامل: حصبه، شبه حصبه و وبا	کرم‌های انگلی شامل: آسکاریس، آنکی لوستوم دیودنال، تریکوریس تریکورا، استرونژیلویید استراکوراریس	بیماری‌های قارچی، پوستی

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 نماتودی می‌باشد. هم‌چنین با توجه به این‌که استفاده از پساب و فاضلاب در آبیاری، به‌دلیل 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 ۰-۵ 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

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 ۱×۱×۱ فوت از خاک برداشت کرده، به آرامی به پهلو می‌خوابانند.

- 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 فسفاته می‌باشد. میزان کود ازته و فسفاته 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. مثلا 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 خصوصا زایدات صنعتی در منطقه می‌باشد.

سموم آلی و فلزات سنگین موجود در پساب‌های شهری معمولا 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. مثلا بسیاری از انواع کودهای فسفاته وارده از آفریقای شمالی به علت داشتن کادمیوم بیش از

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

خواص مورد پایش		فواصل نمونه برداری و بررسی				
		روزانه	هفتگی	ماهانه	فصلی	شش ماه	سالانه
خاک	فیزیکی	–	–	–	نفوذپذیری و هدایت هیدرولیکی	ظرفیت نگهداری آب	بافت خاک
	زیستی	–	–	–	فکال کلی‌فرم- تخم انگل نماتود	آزمایش خواص زیستی خاک	–
	شیمیایی	–	–	شوری خاک EC_e	مواد آلی خاک- فسفر کل- ازت کل- میزان مواد آلی- قلیاییت 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، ویژه 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 این‌که جو، یونجه و گیاهان علوفه‌ای به مصرف حیوانات می‌رسند و دام‌ها نسبت به اغلب باکتری‌ها و انگل‌های آن کاملا مقاوم می‌باشند. استانداردی 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

- 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 ضرروری 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

اجزای سیستم مورد بررسی		فواصل نمونه‌برداری و بررسی				
		روزانه	هفتگی	ماهانه	فصلی	شش ماه	سالانه
محصولات کشاورزی	مصارف انسانی به صورت خام (سبزیجات و صیفی‌جات)	–	–	تخم انگل نماتود فکال کلی‌فرم	فلزات سنگین شامل (کروم، جیوه، کادمیوم و سرب)	–	–
	مصارف انسانی به صورت پخته	–	–	–	فلزات سنگین شامل (کروم، جیوه، کادمیوم و سرب)	–	–
	محصولات گل‌خانه‌ای	–	–	تخم انگل نماتود فکال کلی‌فرم	فلزات سنگین شامل (کروم، جیوه، کادمیوم و سرب)	–	–
		–	–	–	فلزات سنگین شامل (کروم،	–	–

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 استرونژیلوویید استراکورایریس)، 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 مثلا 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 استرونژیلوویید (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، مثلا داروهای تجویز شده، مرخصی بیماری، تعویض محل کار، بیمارستان، پرداخت غرامت و...

- تعداد کلی‌فرم مدفوعی[۱] (MPN/100 ml)
- آزمایش تخم انگل (جستجو و شمارش تخم نماتدها خصوصا آسکاریس)

حضور فلزات سنگین در پساب‌های خروجی عموما 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 به‌کار می‌رود، پایش فلزات سنگین از اهمیت بیش‌تری نسبت به پساب‌های خروجی از تصفیه‌خانه‌هایی که صرفا فاضلاب خانگی دریافت می‌کنند، خواهد داشت.

آزمایش‌های کلی‌فرم 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:** - حصبه و شبه حصبه - وبا - انواع هپاتیت - سل - ژیاردیا		■		
	انجام آزمایش‌های سلامتی شامل بیماری‌های انگلی: - آسکاریس - انواع تنیاها				

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 ماه	سالانه
کارگران شاغل (در سیستم تصفیه فاضلاب)	–	–	معاینات کلینیکی	آزمایش از نظر بیماری‌های مرتبط با پساب شامل: حصبه، شبه حصبه، وبا، هپاتیت	کرم‌های انگلی شامل: آسکاریس، آنکی لوستوم دیودنال، تریکوریس تریکورا، استرونژیلویید استراکورایس، تنیاها- فاسیولا، شیستوزومیا	بیماری‌های قارچی پوستی
کارگران شاغل در استفاده از پساب در آبیاری	–	–	–	معاینات کلینیکی	آزمایش از نظر بیماری‌های مرتبط با پساب شامل: حصبه، شبه حصبه وبا، هپاتیت کرم‌های انگلی شامل: آسکاریس، آنکی لوستوم دیودنال، تریکوریس تریکورا، استرونژیلویید استراکورایس، تنیاها- فاسیولا، شیستوزومیا	بیماری‌های قارچی پوستی
ساکنین محدوده طرح	–	–	–	–	معاینات کلینیکی	آزمایش از نظر بیماری‌های مرتبط با پساب شامل: حصبه، شبه حصبه و وبا کرم‌های انگلی شامل: آسکاریس، آنکی لوستوم دیودنال، تریکوریس تریکورا، استرونژیلویید استراکورایس

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.

آبیاری قادر به عبور از لایه‌های خاک و نفوذ به منابع آب زیرزمینی می‌باشند. لذا پیشنهاد می‌گردد نیترات 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

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

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 آبزی پروری

مراحل پایش پیشنهادی جهت استفاده از پساب در آبزی‌پروری 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

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

خواص مورد پایش	فواصل نمونه برداری و بررسی			
	هفتگی	ماهانه	فصلی	شش ماه	سالانه
منابع آب سطحی	–	pH- TDS-EC	TSS - COD-DO-BOD آنیون(کربنات–بیکربنات– سولفات–کلرور) کاتیون (کلسیم– منیزیوم– سدیم– پتاسیم) فکال کلی‌فرم – فسفر کل– ازت کل– نیترات	فلزات سنگین (کادمیوم– جیوه – سرب)	تخم انگل نماتود
منابع آب زیرزمینی	–	–	pH – EC–TDS	– آنیون (کربنات–بیکربنات– سولفات–کلرور) – کاتیون (کلسیم– منیزیوم– سدیم– پتاسیم) نیترات	فکال کلی‌فرم – فسفر کل– ازت کل
خاک		شوری خاک– EC_e– قلیاییت 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
گیاهان	–	–	–	تخم انگل نماتود	–

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

خواص مورد پایش	فواصل نمونه برداری و بررسی				
	هفتگی	ماهانه	فصلی	شش ماه	سالانه
کارگران و ساکنین محدوده	–	معاینات کلینیکی	آزمایش از نظر بیماری‌های مرتبط با پساب شامل:– حصبه، شبه حصبه، وبا، هپاتیت	کرم‌های انگلی شامل: آسکاریس، آنکی لوستوم دیودنال، تریکوریس تریکورا، استرونژیلوویید استراکورایریس– تنیاها– فاسیولا، شیستوزومیا	بیماری‌های قارچی پوستی
مصرف‌کنندگان محصولات	–	–	–	بیماری‌های باکتریایی و ویروسی مرتبط با پساب شامل: حصبه، شبه حصبه وبا، هپاتیت	– کرم‌های انگلی شامل: آسکاریس، آنکی لوستوم دیودنال، تریکوریس تریکورا، استرونژیلوویید استراکورایریس– تنیاها– فاسیولا، شیستوزومیا – فلزات سنگین(جیوه، کادمیوم، سرب)
ماهی‌ها	–	– عوامل باکتریایی(اشریشیا کلی، ویبریو کلرا، شیگلا، سالمونلا)	– کرم‌ها (آسکاریس، تنیاها، کلونورچیس، اپیزتورچیز، فاسیولا، شیستوزومیا) – فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب)	–	–
			pH-TDS-EC-COD-	– آنیون (کربنات– بیکربنات– سولفات– کلرور) – کاتیون (کلسیم– منیزیوم– سدیم–	– تخم انگل نماتود

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

خواص مورد پایش	فواصل نمونه‌برداری و بررسی				
	هفتگی	ماهانه	فصلی	شش ماه	سالانه
منابع آب سطحی	-	pH-TDS-EC-COD-DO-TSS - BOD	- آنیون (کربنات-بیکربنات-سولفات-کلرور) - کاتیون (کلسیم- منیزیوم- سدیم- پتاسیم) - فکال کلی‌فرم-، فسفر کل- ازت کل- نیترات	فلزات سنگین (کادمیوم- جیوه- سرب)	تخم انگل نماتود
منابع آب زیرزمینی	-	pH-TDS-EC - فکال کلی‌فرم-،فسفر کل- ازت کل- نیترات	- آنیون (کربنات-بیکربنات-سولفات-کلرور) - کاتیون (کلسیم- منیزیم- سدیم- پتاسیم)	تخم انگل نماتود	فلزات سنگین (کادمیوم- جیوه- سرب)
خاک	-	شوری خاک EC_e - قلیاییت 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:

آمنبع آب شور و یا لب شور مورد استفاده برای آبیاری

شامل بررسی (آنیون و کاتیون‌های اصلی، بر, EC, pH , SAR, TDS,RSC) می‌باشد که پیشنهاد می‌شود به صورت ماهانه در

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، نیترات، 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)، قلیاییت 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 ماه	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 - قلیاییت خاک	نفوذپذیری- هدایت هیدرولیکی- ظرفیت نگهداری آب- مواد آلی - فسفر کل- ازت کل	بافت خاک- آزمایش خواص زیستی خاک	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	-

- 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 قلیاییت 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 تاثیرپذیر	عامل اثرگذار	نوع اثر	روش تقلیل	روش پایش
		احتمال ضعیف ابتلا به	حصول اطمینان از استاندارد بودن کیفیت پساب، رعایت	- معاینات کلینیکی و پاراکلینیکی

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

منبع تاثیرپذیر	عامل اثرگذار	نوع اثر	روش تقلیل	روش پایش
محصول/ مصرف‌کنندگان	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 قاچ‌خوردگی محصولات جالیزی	نظارت بر نحوه برداشت و حمل و نقل محصولات جالیزی	چک وضعیت محصولات جالیزی از نظر عدم قاچ‌خوردگی 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 7

ارائه برنامه آموزشي در بهره برداري از پساب‌ها و آب‌هاي برگشتي

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 تقریبا 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. نهایتا 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، کمااین‌که 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 غیرمتعارف (به ویژه فاضلاب‌های تصفیه شده) در دنیا – تبیین اقتصادی، اجتماعی و بهداشتی استفاده از آب آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتعارف (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 غیرمتعارف (به ویژه فاضلاب‌های تصفیه شده) با توجه به شرایط اقلیمی، جغرافیایی و ... – تبیین شیوه‌های تولید، ذخیره و استفاده از آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتعارف با رویکرد رعایت استانداردها و دستیابی راندمان معقول – تبیین شیوه‌های مدیریت استفاده از منابع آب غیرمتعارف و شور – تبیین نیازهای علمی، تخصصی، لجستیکی مورد نیاز استفاده از آب‌های غیرمتعارف 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 غیرمتعارف – تبیین کنترل اثرات مثبت و منفی کاربرد این نوع آب‌ها در فرایند خاص – تشریح نیازها و ابزارهای لازم برای به‌کارگیری آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتعارف سایر

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

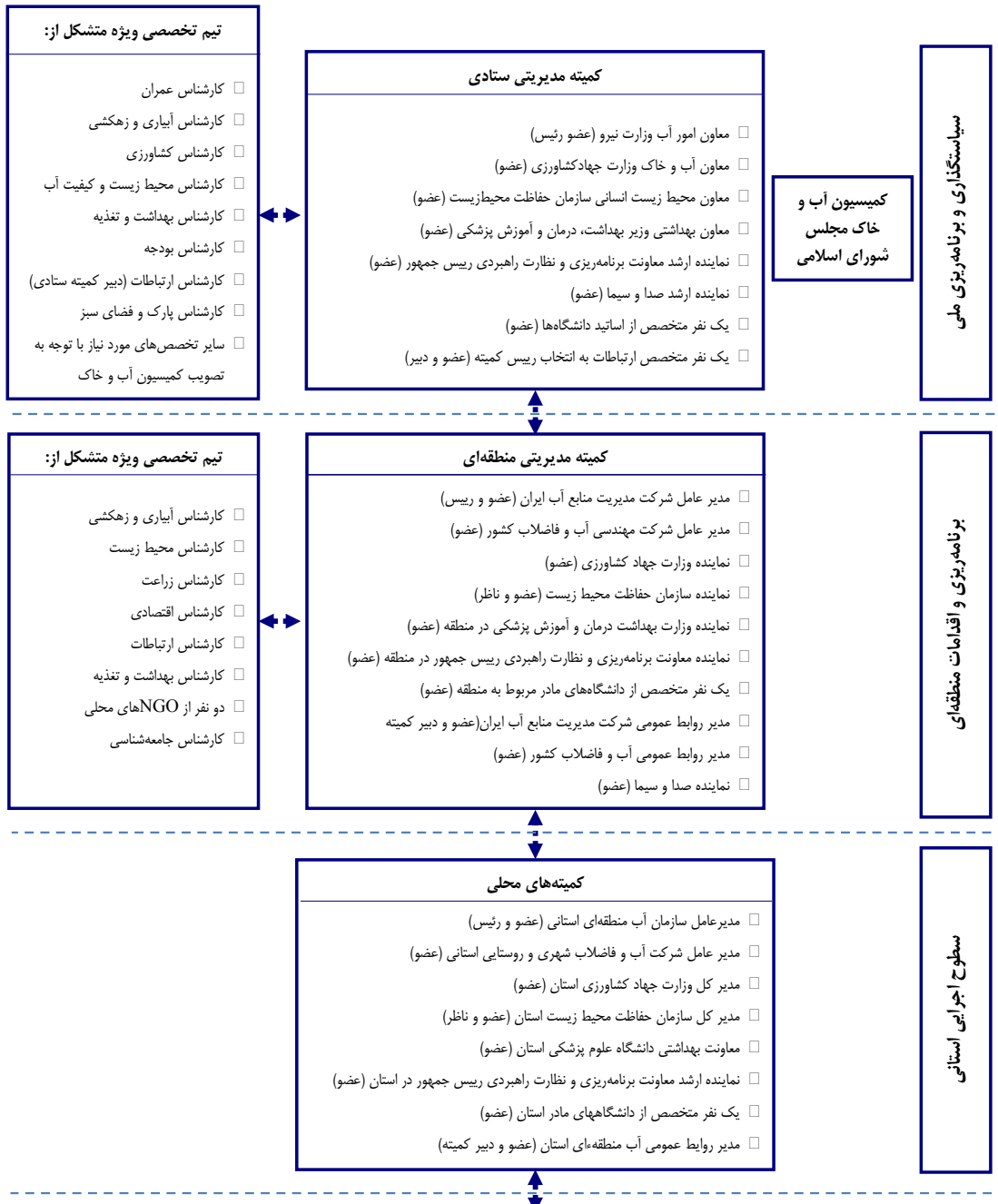
با توجه به پیچیدگی مدیریت عرضه و تقاضا در زمینه پساب‌ها و آب‌های برگشتی و ظرافت‌های حاکم بر نحوه ایجاد تغییر رفتار در قشرهای مختلف تولیدکننده و مصرف‌کننده تا به حال حتی کشورهای پیشرفته نیز به یک الگوی جامع دست نیافته‌اند. در این ارتباط کشورهایی پیشرفته الگوهایی برای آموزش یک گروه خاص به اجرا در آورده‌اند، 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:

- 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 اساسا 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:


سیاستگذاری و برنامه‌ریزی ملی
کمیسیون آب و خاک مجلس شورای اسلامی
کمیته مدیریتی ستادی
معاون امور آب وزارت نیرو (عضو رئیس)
معاون آب و خاک وزارت جهادکشاورزی (عضو)
معاون محیط زیست انسانی سازمان حفاظت محیطزیست (عضو)
معاون بهداشتی وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (عضو)
نماینده ارشد معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور (عضو)
نماینده ارشد صدا و سیما (عضو)
یک نفر متخصص از اساتید دانشگاه‌ها (عضو)
یک نفر متخصص ارتباطات به انتخاب رییس کمیته (عضو و دبیر)
تیم تخصصی ویژه متشکل از:
کارشناس عمران
کارشناس آبیاری و زهکشی
کارشناس کشاورزی
کارشناس محیط زیست و کیفیت آب
کارشناس بهداشت و تغذیه
کارشناس بودجه
کارشناس ارتباطات (دبیر کمیته ستادی)
کارشناس پارک و فضای سبز
سایر تخصص‌های مورد نیاز با توجه به تصویب کمیسیون آب و خاک
برنامه‌ریزی و اقدامات منطقه‌ای
کمیته مدیریتی منطقه‌ای
مدیر عامل شرکت مدیریت منابع آب ایران (عضو و رییس)
مدیر عامل شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور (عضو)
نماینده وزارت جهاد کشاورزی (عضو)
نماینده سازمان حفاظت محیط زیست (عضو و ناظر)
نماینده وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی در منطقه (عضو)
نماینده معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور در منطقه (عضو)
یک نفر متخصص از دانشگاه‌های مادر مربوط به منطقه (عضو)
مدیر روابط عمومی شرکت مدیریت منابع آب ایران(عضو و دبیر کمیته
مدیر روابط عمومی آب و فاضلاب کشور (عضو)
نماینده صدا و سیما (عضو)
تیم تخصصی ویژه متشکل از:
کارشناس آبیاری و زهکشی
کارشناس محیط زیست
کارشناس زراعت
کارشناس اقتصادی
کارشناس ارتباطات
کارشناس بهداشت و تغذیه
دو نفر از NGOهای محلی
کارشناس جامعه‌شناسی
سطوح اجرایی استانی
کمیته‌های محلی
مدیرعامل سازمان آب منطقه‌ای استانی (عضو و رئیس)
مدیر عامل شرکت آب و فاضلاب شهری و روستایی استانی (عضو)
مدیر کل وزارت جهاد کشاورزی استان (عضو)
مدیر کل سازمان حفاظت محیط زیست استان (عضو و ناظر)
معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی استان (عضو)
نماینده ارشد معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور در استان (عضو)
یک نفر متخصص از دانشگاههای مادر استان (عضو)
مدیر روابط عمومی آب منطقه‌ای استان (عضو و دبیر کمیته)

۷-۳-۱-۱- 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 آب‌های‌برگشتی
- 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

۷-۳-۱-۲- 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

- 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

- 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

۷-۳-۲-۳- 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- 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 آگاهی رسانی 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

- 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 مستقیما با موضوع آب (عرضه و تقاضا) ارتباط دارد. در استان‌های پرآب 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 کلا 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. مطمئنا 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.

متعاقبا محصولات حاصله خواهد داشت. در این میان آگاه‌سازی مردم به ویـژه علمـا و روحـانیون از شـرایط حـاکم و بهـره‌گیـری 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 خواهـد بـود. بـه عنـوان مثال برخورداری این منابع از نقطه انجماد پایین‌تر و نیز دمای بیش‌تر منجر به دیرتر یخ زدن آنها گردیده و می‌تـوان از ایـن منـابع بـرای مدت بیش‌تری در طول سال استفاده کرد. در مناطق گرم به لحاظ بالا بودن ضریب تبخیر و تعرق، از پتانسیل افزایش شوری و یا انتـشار آئروسل بیش‌تری برخوردار بوده و هم‌چنین قدرت رشد و نمو میکروارگانیسم‌ها در فاضلاب‌هایی که صرفا تصفیه اولیه و ثانویه را گذرانده نسبت به آب‌های متعارف بالا می‌باشد. از این رو آگاهی دادن به مصرف‌کنندگان این منابع از نظر این گونـه تغییـرات محیطـی سـودمند خواهد بود. در کشور ما عوامل فوق‌الذکر تاثیر عمیقی در کاربری این منابع داشته و کمیتـه‌هـای مـدیریتی آمـوزش و ارتقـا آگـاهی‌هـای 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 راهبری 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، قـبلا مطالبی بیان شده است و در این قسمت در قالب یک دسته‌بندی مشخص ضرورت‌ها و نیازهـای هـر کـدام تـشریح خواهـد شـد. 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)

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 مسلما 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 آب‌های‌برگشتی

ردیف	ابزار رسانه‌ای	گروه هدف تحت پوشش	مزایا	معایب
			– از گستره پوشش بسیار وسیعی در کشور برخوردار است. – امکان تهیه برنامه به زبان محلی وجود دارد.	

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

ردیف	ابزار رسانه‌ای	گروه هدف تحت پوشش	مزایا	معایب
۳	سینما	سیاستگذاران، برنامه‌ریزان و در مواردی تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان	– امکان القا مطلب با بهره‌گیری از چند حواس پنج‌گانه مخاطب وجود دارد. – از پوشش زمانی ومکانی دلخواه برخوردار است – ابتکار عمل در دست تهیه‌کننده می‌باشد	– 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	– 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. – نسبتا ارزان می‌باشد.	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	– می‌توان به صورت تخصصی به موضوع پرداخت. – قابل استفاده در مکان‌های مختلف می‌باشد. – تا حدودی انعطاف در تولید و انتشار مطلب وجود دارد. – نسبتا ارزان است.	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	– از پوشش زمانی ومکانی دلخواه برخوردار است – ابتکار عمل در دست تهیه‌کننده می‌باشد. – کم‌هزینه است	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	– 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.	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. درا ین 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

- درصدی از درآمدهای واحدهای تابعه وزارت نیرو (شرکت‌های تخصصی و شرکت‌های تابعه آب و آب و فاضلاب استانی) و وزارت جهادکشاورزی 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 نگری 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

- 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، آب‌بران، 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)

۷-۳-۵-۲- مرحله بلندمدت

در این مرحله طی دوره ۵-۸ سال، عملیات اجرایی برنامه‌های آموزش و آگاهی رسانی در سطوح مختلف جامعه و براساس گروه‌های هدف تعیین شده شروع و به مرحله اجرا در خواهد آمد. مسلما 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 مبنا 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 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

واژه‌نامه

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 کلی‌فرم (کلی‌فرم 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 کلی‌فرم در صد میلی‌لیتر
Nematode egg (NE)	تخم انگل
Nephelometric Turbidity Units (NTU)	واحد سنجش کدورت
Nitrogen. Phosphor. Potassium (N.P.K)	نیتروژن، فسفر، پتاسیم
Polychlorinated byphenyl (PCB)	پلی‌کلرو بی فنیل
Sodium Absorption Ratio (SAR)	نسبت جذب سدیم
Total Coliform (TC)	کلی‌فرم 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)	فسفرکل

منابع و مراجع

1- آیین‌نامه‌های اجرایی بند (ج) ماده 104 و ماده 134 قانون برنامه سوم توسعه، 1380، سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران.

2- اسماعیلی، حسن. 1376. بررسی نیاز آبی شهر مشهد و امکان جایگزینی فضلاب‌های خانگی تصفیه شده با آب‌های مورد استفاده در آبیاری دشت مشهد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته آبیاری. دانشگاه فردوسی مشهد.

3- بهروز، رضا. 1382. مدیریت استفاده از فضلاب در کشاورزی. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

4- پرهام. هوشنگ، نعمت الله جعفرزاده و میرمهدیانی. 1381. بررسی کیفیت فضلاب خروجی صنایع بزرگ فلزی در اهواز. مجله فولاد، شماره 34.

5- پیرنیا، س، خ میرابزاده و ع کشاورز. 1375. آلودگی منابع آب و توسعه کشاورزی پایدار، مجموعه مقالات اولین کنگره سیاست گذاری امور زیربنایی در بخش کشاورزی. 265-255

6- ترابیان، علی. 1378. آبیاری فضای سبز با پساب تصفیه شده تصفیه‌خانه‌های تهران. مجله آب و فضلاب شماره 29. مهندسین مشاور طرح و تحقیقات آب و فضلاب (اصفهان) صفحات 31 الی 36).

7- ثابت‌رفتار، علیه و حکیم پور، کوروش. راهنمای ارتقاء آگاهی عمومی در زمینه حفاظت آب. نشریه شماره 81 از سری نشریات منابع آب سازمان ملل. ترجمه سال 1380.

8- جبلی، سید جلال. 1380. 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 24-12.

9- جعفرزاده حقیقی. نعمت‌اله. 1375. تاثیر فضلاب شهری بر آبیاری محصولات کشاورزی بر افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک و برخی محصولات کشاورزی. دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور. صفحات 310-303.

10- حسن اقلی. علیرضا، عبدالمجید لیاقت و مهدی میرابزاده. 1381. تغییرات میزان موادآلی خاک در نتیجه آبیاری با فضلاب‌های خانگی و خودپالایی آن. مجله آب و فضلاب، شماره 42، صفحات 11-2.

11- حسنلی، مرادعلی. 1376. طرح پژوهشی دفع فضلاب بولیول از طریق زمین و استفاده مجدد از فضلاب در جنوب استرالیا، مجله آب و توسعه سال پنجم، صفحات 70-64.

15 - زاد هوش، عادل. 1375. بررسی اثرات استفاده از پساب بر خاک و گیاه. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

16 - سازمان مدیریت منابع آب ایران.1380. شیوه‌نامه استفاده از آب‌های بازیافتی. بخشنامه شماره 4586/31/100.

17 - سازمان مدیریت منابع آب ایران.1386. بخشنامه شماره 87512/700، استفاده از آب‌های باز یافتی.

18 - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور. راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب خام، پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف صنعتی و تفرجی. نشریه شماره 462.

19 - سحری، محمد علی و رضا صرافپور. 1379. بررسی امکان و نحوه استفاده مجدد از فاضلاب کارخانجات صنایع غذایی. نشریه دانشور، سال هشتم، شماره 31، صفحه 119 -115.

20 - سوری، حمیدرضا. 1381. مقایسه اثرات آبیاری با فاضلاب خام و تصفیه شده بر رشد ذرت. گروه آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

21 - شرکت مهندسین مشاور جاماب. طرح مطالعات برنامه سازگاری با اقلیم خشک و نیمه خشک. گزارش آب مورد نیاز شرب شهری و روستایی. (بهمن 1383). سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.

22 - شرکت مهندسین مشاور جاماب. طرح مطالعات برنامه سازگاری با اقلیم خشک و نیمه خشک. گزارش آب مورد نیاز صنعت و معدن. (بهمن 1383). سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.

23 - شرکت مهندسین مشاور جاماب. طرح مطالعات برنامه سازگاری با اقلیم خشک و نیمه خشک. گزارش بررسی آب‌های غیر متعارف در کشور (تیر 1386). سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.

24 - شیشه گر، ع،1372،«مقایسه تطبیقی آلودگی‌های فاضلاب‌های صنعتی ایران»، سازمان حفاظت محیط زیست.

25 -صفوی سنجابی، علی اکبر و شاپور حاج‌رسولی‌ها. 1379. ارزیابی کیفیت پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان برای کشاورزی. مجله آب و فاضلاب، شماره 33، صفحات 26 -20.

26 - طرح سامانده‌ی آب‌های سطحی جنوب تهران - گزارش کیفیت منابع آب مهندسین مشاور یکم (1386)

27 - عابدی کوپایی، جهانگیر و محمدرضا باقری 1380. اثرات زیست محیطی آبیاری با پساب تصفیه شده بر منابع آب زیرزمینی. مجموعه مقالات همایش اثرات زیست محیطی پساب‌های کشاورزی بر آب‌های سطحی و زیرزمینی. شماره انتشار 53، کمیته ملی آبیاری و زهکشی

31 - علیزاده امین و عرفانی 1377 و 1375. استفاده از فضلاب تصفیه شده در آبیاری چغندرقند، هویج و خیار. وزارت نیرو، شرکت مهندسی آب و فضلاب کشور، گزارش نهایی طرح پژوهشی.

32 - قنبر علی، محمود. 1375. تصفیه فضلاب‌های جنوب شهر تهران به‌روش برکه‌های تثبیت به منظور استفاده مجدد در کشاورزی. پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی محیط‌زیست. دانشگاه صنعتی شریف.

33 - کلباسی، محمود و سید فرهاد موسوی. 1379. تغییرات کیفیت زه‌آب زهکش‌های مهم تخلیه شونده به‌زاینده‌رود و اثر آنها بر این رودخانه در یک دوره یکساله. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، جلد چهارم، شماره سوم.

34 - کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، زه‌آب‌های کشاورزی، نشریه شماره 43 سال 1380.

35 - کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، زهکشی کمیت و کیفیت جریان‌های برگشتی، نشریه شماره 57 سال 1381.

36 - محمودیان، سیدعلی 1375. طرح‌های آلودگی منابع آب کشور. بولتن کمیسیون آب شورای پژوهش‌های علمی کشور، شماره 17، صفحات 19 -2.

37 - موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. 1364. ویژگی‌های پساب‌های صنعتی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. شماره استاندارد 2439. چاپ اول، تیر ماه 1364.

38 - موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. 1376. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. شماره استاندارد 1053، چاپ پنجم، تیر ماه 1376.

39 - مهردادی، نصر، مهرداد عدل و محمدرضا زرنکابی 1380. مدیریت صنعت زه‌آب‌های کشاورزی. گروه کار اثرات زیست محیطی طرح‌های آبیاری و زهکشی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. شماره انتشار 42.

40 - مهندسین مشاور یکم. 1384. پروژه تدوین برنامه بهره‌برداری از آب‌های شور، لب شور و غیرمتعارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور - گزارش شماره دو شناخت پتانسیل منابع آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتعارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور. جلد اول – پتانسیل منابع آب‌های سطحی شور، لب‌شور.

41 - مهندسین مشاور یکم. 1384. پروژه تدوین برنامه بهره‌برداری از آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتعارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور - گزارش شماره دو شناخت پتانسیل منابع آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتعارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور. جلد دوم – منابع آب‌های زیرزمینی شور و لب‌شور.

42 - مهندسین مشاور یکم. 1385. پروژه تدوین برنامه بهره‌برداری از آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتعارف در سطح حوضه‌های

45- نبي‌زاده، رامين و يلدا بسيم. 1375. تهيه رهنمودهاي شيميايي مرتبط با سلامتي انسان در خصوص آبياري با فضلاب تصفيه‌شده، مجله آب و فضلاب، شماره 20.

46- نجفي، پيام. 1380. اثرات كاربرد روش آبياري قطره‌اي در بهبود وضعيت بهره‌برداري از پساب فضلاب شهري. همايش اثرات زيست محيطي پساب‌هاي كشاورزي بر آب‌هاي سطحي و زيرزميني. كميته ملي آبياري و زهكشي ايران.

47- نقشينه‌پور، بيژن. 1374. بازيافت و كاربرد فضلاب‌ها در امور كشاورزي و احياي اراضي. مجله آب خاك ماشين، شماره 5.

48- وثوقي، منوچهر، حميدرضا مظاهري و فرهاد مشهون. 1375. بررسي استفاده مجدد از فضلاب پالايشگاه تهران در آبياري درختان جنگلي. دومين كنگره ملي مسايل آب و خاك كشور، 331-312.

49- وكيلي، بهنام. 1374. تصفيه فضلاب و استفاده مجدد از آن در كشاورزي. مجله آب و فضلاب، شماره 16، صفحات 42-46.

50- يارقلي، بهمن. 1387. بررسي تغييرات كمي - كيفي و ميزان خود پالايي نهر فيروز آباد. گزارش فني. مؤسسه تحقيقات فني مهندسي كشاورزي

51- يارقلي، بهمن. 1387. بررسي ميزان جذب كادميوم از محيط ريشه و ميزان تجمع آن در اندام محصولات زراعي. پايان نامه دكتري. گروه محيط زيست دانشگاه تهران.

52- يارقلي، بهمن. اثرات زيست محيطي و برنامه پايش در طرح‌هاي تصفيه و استفاده مجدد از فضلاب در كشاورزي پايدار. مجله تحقيقات فني و مهندسي كشاورزي، جلد 5، شماره 18، تابستان 1379.

53- يارقلي، بهمن. بررسي علل گرفتگي قطره چكان‌ها طي استفاده از پساب‌ها در آبياري قطره‌اي. مجله آب و فضلاب، شماره 37، بهار 1380.

54- يارقلي، بهمن. بررسي عملكرد سيستم بيوديسك دوار در تصفيه فضلاب خانگي براي استفاده در كشاورزي. مجله آب و فضلاب، شماره 34، تابستان 1379.

55- يارقلي، بهمن. طراح و اجراي پروژه‌هاي جامع تصفيه و استفاده مجدد از فضلاب در كشاورزي پايدار. مجله تحقيقات فني و مهندسي كشاورزي، جلد 4، شماره 16، زمستان 1378.

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

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, NewYork, 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- Metcaff and Eddy Inc. 1991. Wastewater Engineering Treatment, Disposal reuse. 3rd Ed. ISBN-0-07-01677.
74- Nemerow, Nelson, Avijt, 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.

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency For Strategic Planning and Supervision

Environmental Criteria of Treated Waste Water and Return Flow Reuse

No. 535

این نشریه

این نشریه با عنوان «ضوابط زیست‌محیطی استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و پساب‌ها» با هدف اصلی تبیین ضوابط زیست‌محیطی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی، به‌منظور راهنمایی و ایجاد هماهنگی در زمینه استانداردها، قوانین و ضوابط زیست‌محیطی 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 زیست‌محیطی استفاده از آنها، معیارهای قانونی و استانداردهای مربوط، ارائه برنامه‌های آموزشی و پایش مراحل مختلف استفاده از این منابع می‌باشد.