INSO
6571-1
1st Edition
2021
Identical with
ISO 20760-1:
2018

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۶۵۷۱-۱
چاپ اول
۱۳۹۹

# استفاده از پساب در مناطق شهری- سامانه متمرکز استفاده از پساب - قسمت ۱: اصول طراحی یک سامانه متمرکز استفاده از پساب- راهنما

# Water reuse in urban areas- centralized water reuse system- Part 1: Design principle of a centralized water reuse system- Guide

ICS: 13.060.01

**استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱-۶۵۷۱ (چاپ اول): سال ۱۳۹۹**

**سازمان ملی استاندارد ایران**

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

**Iranian National Standardization Organization (INSO)**

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: http://www.isiri.gov.ir

**به نام خدا**

## آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفهٔ تعیین، تدوین، به روز رسانی و نشر استانداردهای ملی را بر عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمآن‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمآن‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد )ایزو([1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به‌عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمآن‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمآن‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

---

1- International Organization for Standardization
2- International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

## «استفاده از پساب در مناطق شهری- سامانه متمرکز استفاده از پساب -قسمت ۱: اصول طراحی یک سامانه متمرکز استفاده از پساب- راهنما»

| **رئیس:** | **سمت و/یا محل اشتغال:** |
|---|---|
| جعفرزاده حقیقی، نعمت الله (دکتری بهداشت محیط) | عضو هیأت علمی- دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز |
| **دبیر:** | |
| شلمزاری، نسیم (کارشناسی ارشد مدیریت محیط‌زیست) | رئیس هیأت مدیره- شرکت کیفیت پرداز شید (سهامی خاص) |
| **اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا) | |
| بوشهری، سولماز (کارشناسی ارشد شیمی فیزیک) | کارشناس آزمایشگاه- شرکت آب و فاضلاب خوزستان (سهامی خاص) |
| پورکیهان، فاطمه (کارشناسی مهندسی محیط زیست) | رئیس آزمایشگاه- شرکت آب و فاضلاب خوزستان (سهامی خاص) |
| جهانی، اصغر (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- محیط زیست) | مدیر گروه بهره‌برداری از پساب‌ها و آب‌های غیر متعارف، شرکت مدیریت منابع آب ایران |
| جلیلی قاضی‌زاده، محمدرضا (دکتری مهندسی عمران) | عضو هیأت علمی- دانشگاه شهید بهشتی گروه عمران، آب و مهندسی محیط زیست |
| حویزاوی، هنا (کارشناسی مهندسی آب و خاک) | کارشناس- مرکز تحقیقات کشاورزی استان خوزستان (سهامی خاص) |
| حسینی زارع، نادر (دکتری شیمی خاک و آب) | رئیس آزمایشگاه- سازمان آب و برق خوزستان (سهامی عام) |
| دایی، مینا (کارشناسی ارشد شیمی آلی) | سرپرست اداره امور هماهنگی تدوین- اداره کل استاندارد استان خوزستان |

| **اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا) | **سمت و/یا محل اشتغال:** |
|---|---|
| رئیسی، غلامرضا<br>(کارشناسی شیمی کاربردی) | مدیر ایمنی و بهداشت- شرکت آب و فاضلاب خوزستان (سهامی خاص) |
| شیرالی، لیلا<br>(کارشناسی ارشد شیمی معدنی) | کارشناس تدوین- اداره کل استاندارد استان خوزستان |
| قبادی‌نژاد، سپیده<br>(کارشناسی ارشد شیمی معدنی) | مسئول آزمایشگاه آب- شرکت گروه ملی صنعتی فولاد ایران (سهامی خاص) |
| کنعانی، شهیر<br>(کارشناسی ارشد مهندسی عمران- محیط زیست) | کارشناس طرح تهیه ضوابط و معیارهای صنعت آب و آبفا کشور- وزارت نیرو |
| لویمی، لیلا<br>(کارشناسی مهندسی محیط زیست) | سرپرست تصفیه‌خانه- شرکت کشت و صنعت دعبل خزاعی (سهامی عام) |
| مرادی، شهرام<br>(دکتری علوم آب منابع آب) | رئیس- شرکت آب و فاضلاب روستایی استان خوزستان (سهامی خاص) |
| ولی‌زاده، سارا<br>(کارشناسی ارشد خاک‌شناسی) | کارشناس تدوین- اداره کل استاندارد استان خوزستان |

**ویراستار:**

| | |
|---|---|
| شیرالی، لیلا<br>(کارشناسی ارشد شیمی معدنی) | کارشناس تدوین- اداره کل استاندارد استان خوزستان |

## فهرست مندرجات

**عنوان** **صفحه**


پیش‌گفتار ط
مقدمه ی
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۲
۴ کوته‌نوشت‌ها ۳
۵ طرح‌ریزی و طراحی یک سامانه متمرکز استفاده از پساب ۴
۵-۱ کلیات ۴
۵-۲ تخمین تقاضای آب ۴
۵-۲-۱ کلیات ۴
۵-۲-۲ کمّیت آب بازیافتی ۵
۵-۲-۳ بازبینی کاربران و مصارف نهایی بالقوه آب تصفیه‌شده ۵
۵-۳ شرایط محل احداث ۵
۵-۴ اجزای سامانه ۶
۵-۵ انواع مدل‌های سامانه ۶
۵-۵-۱ کلیات ۶
۵-۵-۲ مدل I- تک کاربردی ۶
۵-۵-۳ مدل II- چند کاربردی ۷
۵-۵-۴ مدل III- ذخیره‌سازی محیط زیستی و کاربردهای استفاده از پساب ۸
۵-۵-۵ مدل IV- استفاده‌های آبشاری آب بازیافتی ۹
۵-۶ اصول پایه‌ای ۱۰
۶ ملاحظات منبع آب ۱۰
۶-۱ انواع منبع آب ۱۰
۶-۱-۱ کلیات ۱۰
۶-۱-۲ فاضلاب تصفیه‌شده از یک WWTP ۱۰
۶-۱-۳ فاضلاب تصفیه‌نشده از سامانه‌های فاضلاب ۱۱
۶-۱-۴ سایر منابع ۱۱
۶-۲ ملاحظات کیفیت آب برای منبع آب ۱۲
۶-۲-۱ کلیات ۱۲

| عنوان | صفحه |
|---|---|
| ۶-۲-۲ منبع مناسب آب | ۱۲ |
| ۶-۲-۳ منابع نامناسب آب | ۱۲ |
| ۶-۳ ملاحظات اطمینان‌پذیری | ۱۲ |
| ۶-۳-۱ کمّیت آب | ۱۲ |
| ۶-۳-۲ کیفیت آب | ۱۳ |
| ۶-۳-۳ ارزیابی اطمینان‌پذیری | ۱۳ |
| ۶-۴ ملاحظات اقتصادی | ۱۴ |
| ۷ سامانه‌های تصفیه آب بازیافتی | ۱۴ |
| ۷-۱ کلیات | ۱۴ |
| ۷-۲ اصول طراحی سامانه تصفیه متمرکز استفاده از پساب | ۱۴ |
| ۷-۲-۱ کلیات | ۱۴ |
| ۷-۲-۲ ایمنی | ۱۴ |
| ۷-۲-۳ اطمینان‌پذیری | ۱۵ |
| ۷-۲-۴ پایداری | ۱۶ |
| ۷-۲-۵ پایایی اقتصادی | ۱۶ |
| ۷-۲-۶ محیط زیست | ۱۶ |
| ۷-۳ پیکربندی‌های ممکن سامانه تصفیه متمرکز استفاده از پساب | ۱۶ |
| ۷-۴ فرایند تصفیه | ۱۷ |
| ۸ سامانه ذخیره آب بازیافتی | ۱۸ |
| ۸-۱ کلیات | ۱۸ |
| ۸-۲ انواع ذخیره‌سازی | ۱۸ |
| ۸-۲-۱ کلیات | ۱۸ |
| ۸-۲-۲ مخازن روباز | ۱۸ |
| ۸-۲-۳ مخازن سرپوشیده | ۱۹ |
| ۸-۲-۴ بازیابی و ذخیره‌سازی آبخوان | ۱۹ |
| ۸-۳ ملاحظات ذخیره‌سازی | ۱۹ |
| ۸-۴ ملاحظات اندازه امکانات گردش و ذخیره‌سازی | ۲۰ |
| ۸-۵ کنترل کیفیت آب | ۲۰ |
| ۸-۶ ملاحظات خاص برای مخازن ذخیره روباز | ۲۱ |
| ۸-۶-۱ کلیات | ۲۱ |
| ۸-۶-۲ تبخیر | ۲۲ |

**عنوان** **صفحه**


۸-۶-۳ کنترل کیفیت آب ۲۲
۸-۶-۴ امکانات پس از تصفیه ۲۲
۹ سامانه انتقال و توزیع آب بازیافتی ۲۲
۹-۱ کلیات ۲۲
۹-۲ اجزا و مدل‌های سامانه توزیع ۲۳
۹-۲-۱ اجزا ۲۳
۹-۲-۲ مدل‌ها ۲۳
۹-۲-۳ اصول طراحی ۲۴
۹-۳ ایستگاه‌های پمپاژ ۲۴
۹-۳-۱ کلیات ۲۴
۹-۳-۲ فشار تحویلی آب بازیافتی ۲۴
۹-۳-۳ سرعت جریان آب بازیافتی ۲۵
۹-۴ سامانه‌های توزیع آب بازیافتی ۲۵
۹-۴-۱ اجتناب از شرایط راکد شدن آب ۲۵
۹-۴-۲ جانمایی و مواد خطوط لوله ۲۵
۹-۴-۳ کیفیت آب در سامانه‌های توزیع ۲۶
۹-۴-۴ سامانه‌های کدگذاری رنگ، علائم و برچسب‌های آب ۲۶
۹-۴-۵ ارتباطات خدماتی و محل‌های کاربر ۲۷
۱۰ سامانه پایش ۲۷
۱۰-۱ کلیات ۲۷
۱۰-۲ امکانات و مکان‌های پایش ۲۷
۱۰-۳ پایش منبع آب خام ۲۸
۱۰-۴ پایش و کنترل امکانات تصفیه ۲۸
۱۰-۵ پایش توزیع ۲۸
۱۰-۶ پایش ذخیره‌سازی ۲۸
۱۰-۷ پایش محل‌های کاربر ۲۹
۱۱ طرح واکنش در شرایط اضطراری ۲۹
کتاب‌نامه ۳۲

## پیش‌گفتار

استاندارد «استفاده از پساب در مناطق شهری- سامانه متمرکز استفاده از پساب- قسمت ۱: اصول طراحی یک سامانه متمرکز استفاده از پساب- راهنما» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تهیه و تدوین شده، در یکصد و هفتمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد آب و آبفا مورخ ۱۳۹۹/۱۲/۱۲ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم وخدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 20760-1: 2018, Water reuse in urban areas— Guidelines for centralized water reuse system— Part 1:Design principle of a centralized water reuse system

**مقدمه**

همراه با رشد اقتصادی، تغییر اقلیم و افزایش جمعیت و شهرنشینی سریع، آب به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک یک منبع راهبردی شد. کمبود آب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تهدیدات توسعه پایدار جوامع درنظر گرفته شده است. برای این کمبودها، آب بازیافتی به میزان فزاینده‌ای جهت پاسخ به تقاضای آبی مورد استفاده قرار گرفته و فواید این راهبرد در افزایش اطمینان‌پذیری تامین دراز مدت آب در بسیاری مناطق دارای کمبود آب اثبات شده است.

در بسیاری کشورها نقش استفاده از پساب برای مناطق شهری شامل استفاده برای آبیاری فضای سبز، استفاده‌های صنعتی، سیفون توالت، اطفاء و جلوگیری از گسترش حریق، شستشوی خیابان، استفاده‌های محیط زیستی و تفرجی (آب با استفاده زینتی، احیاء بدنه‌های آبی و غیره) و شستشوی خودرو در حال افزایش است. این سامانه‌های متمرکز استفاده از پساب جهت درجه‌بندی این‌که آنها هم اکنون به‌عنوان یک جزء موثر از مدیریت آب شهری مدنظر قرار گرفته و در شهرها و کشورهای بسیاری مورد استفاده قرار گرفته‌اند، در حال پیشرفت هستند.

اجزای ضروری یک سامانه متمرکز استفاده از پساب شامل سامانه‌های جمع‌آوری فاضلاب (فاضلاب‌روها و ایستگاه‌های پمپاژ)، منبع آب، امکانات تصفیه فاضلاب، ذخیره‌سازی آب بازیافتی، یک سامانه توزیع آب بازیافتی و یک سامانه پایش کیفیت آب و بهره‌برداری و نگهداشت که توسط بهره‌برداران آموزش‌دیده و تاییدشده انجام می شود.

ماهیت متغیر و تنوع در منبع آب موجود، چالشی برای تضمین ایمنی و اطمینان‌پذیری آب در هر یک از اجزای سامانه می باشد. پیچیدگی دیگر در توزیع آب بازیافتی کاربردهای متفاوت استفاده از پساب است که سطوح مختلف کیفیت آب می‌تواند داشته باشد و در برپایی تاسیسات تصفیه در نظر گرفته می‌شود.

این استاندارد مفاهیم و اصول طراحی برای سامانه متمرکز استفاده از پساب در مناطق شهری را فراهم می‌کند. همچنین مسائل یا عوامل بحرانی در طول فرایند مدیریت را در راستای تسهیل فعالیت شرکت‌های آب و فاضلاب و حوزه آب و تامین‌کنندگان آب بازیافتی جهت پیشبرد رویکردهای مقرون به صرفه برای استفاده از پساب قابل اطمینان ایمن، متناسب با هدف موردنظر، مدنظر قرار داده و مشخص می‌کند. برای جزئیات درخصوص مدیریت سامانه متمرکز استفاده از پساب به استاندارد ISO 20760-2 مراجعه شود.

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۶۵۷۱ است. قسمت دیگر این مجموعه عبارت است از:

– قسمت۲: مدیریت سامانه متمرکز استفاده از پساب- راهنما

# استفاده از پساب در مناطق شهری- سامانه متمرکز استفاده از پساب - قسمت ۱: اصول طراحی یک سامانه متمرکز استفاده از پساب- راهنما

## ۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه راهنمایی‌های برای طرح‌ریزی و طراحی سامانه‌های متمرکز استفاده از پساب و کاربردهای استفاده از پساب در مناطق شهری است.

این استاندارد برای متخصصین و مراجع ذی‌صلاح قانونی که قصد اجرای اصول و تصمیماتی در ارتباط با استفاده از پساب متمرکز با ایمنی، اطمینان‌پذیری و روش پایدار دارند، کاربرد دارد.

این استاندارد سامانه‌های متمرکز استفاده از پساب را به‌طور کامل در برمی‌گیرد و برای همه اجزای سامانه بازیافت آب (به‌عنوان مثال، منبع آب خام، تصفیه، ذخیره‌سازی، توزیع، بهره‌برداری و نگهداشت و پایش) کاربرد دارد.

این استاندارد شامل:

- اصطلاحات و تعاریف استاندارد؛
- اجزای سامانه و مدل‌های ممکن یک سامانه متمرکز استفاده از پساب؛
- اصول طراحی یک سامانه متمرکز استفاده از پساب؛
- معیارهای ارزیابی متداول و مثال‌های مرتبط با شاخص‌های کیفیت آب، به‌طور کلی بدون درنظر گرفتن تنظیم مقادیر یا آستانه هدف؛
- جنبه‌های ویژه ملاحظه و پاسخ در شرایط اضطراری.

پارامترهای طراحی و مقادیر قانونی سامانه متمرکز استفاده از پساب، در دامنه کاربرد این استاندارد نیست.

## ۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی‌که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

**2-1** ISO 20670, Water reuse — Terminology

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۲۷۵۷: سال۱۳۹۸، استفاده از پساب- واژه‌نامه، با استفاده از استاندارد ISO 20670: 2018 تدوین شده است.

## ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ISO 20670، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به‌کار می‌رود[۱]:

**۳-۱**

**جریان برگشتی**

**backflow**

حرکت سیال از پایین‌دست به بالادست در یک تأسیسات نصب و راه‌اندازی[۲] است.

[منبع: زیربند 3.5 استاندارد EN 1717: 2000]

**۳-۲**

**وسیله محافظت از جریان برگشتی**

**backflow protection device**

وسیله‌ای که برای جلوگیری از آلودگی آب شرب در جریان برگشتی (مطابق با زیربند ۳-۱) در نظر گرفته شده است.

[منبع: زیربند 3.6 استاندارد EN 1717: 2000]

**۳-۳**

**سامانه همگن‌سازی**

**destratification system**

استفاده از وسایل مکانیکی (به عنوان مثال، لکه‌های حباب، مخلوط‌کن‌های لوله‌ای پیش‌ساخته[۳] یا مخلوط‌کن‌های نامحصور[۴]) برای لایه‌بندی ستون آب، افزایش انتقال عمودی اکسیژن محلول و گرما درتانک/مخزن، به‌منظور بهبود کیفیت شیمیایی آب و کنترل رشد فیتوپلانکتون[۵] ها است.

**۳-۴**

**ارزیابی اطمینان‌پذیری**

**reliability assessment**

تعیین قطعی و بازبینی اطمینان‌پذیری اجزا و تجهیزات سامانه آب بازیافتی است.

---

۱- اصطلاحات و تعاریف به‌کار رفته در استانداردهای ISO و IEC در وبگاه‌های www.iso.org/obp و www.electropedia.org/ قابل‌دسترس است.

2- Installation
3- Draft-tube mixers
4- Unconfined mixers
5- Phytoplankton

**یادآوری**- این ارزیابی استانداردهای کاری، قابلیت نگهداشت، شرایط کاری بحرانی، نیازمندی‌ها و در دسترس بودن قطعات یدکی و سایر مسائل دیگر که بر اطمینان‌پذیری یا عملکرد تصفیه امکانات بازیافت آب تأثیر می‌گذارد را بازبینی کرده و به طور جزئی شرح می‌دهد.

**۳-۵**

**امکانات بازیافت آب**

**water reclamation facility**

امکاناتی برای بازیافت آب بازیافتی با کیفیتی که برای استفاده مفید مناسب است.

**۳-۶**

**استفاده از پساب در مناطق شهری**

**water reuse in urban areas**

استفاده مفید از آب بازیافتی برای کاربردهای غیرشرب و /یا شرب غیرمستقیم در مناطق شهری را گویند.

**مثال:**

استفاده‌های فضای سبز، شستشوی خیابان‌ها، اطفای حریق، کاربردهای صنعتی، بهبود محیط‌زیستی، کاربردهای تفرجی، سیفون توالت و سایر مصارف خانگی و غیره.

## ۴ کوته‌نوشت‌ها

| کوته‌نوشت | عنوان فارسی | عنوان انگلیسی |
|---|---|---|
| AI | شاخص قلیایی | alkalinity index |
| AGP | پتانسیل رشد جلبکی | algal growth potential |
| AOC | کربن آلی قابل جذب | assimilable organic Carbon |
| BDOC | کربن آلی نامحلول زیست‌تخریب‌پذیر | oiodegradable dissolved organic carbon |
| BGP | پتانسیل رشد باکتریایی | bacterial growth potential |
| BOD | اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی | biochemical oxygen demand |
| CAPEX | مخارج سرمایه‌ای | capital expense |
| COD | اکسیژن‌خواهی شیمیایی | chemical oxygen demand |
| HPC | شمارش میکروارگانیسم‌های هتروتروف | heterotrophic plate count |
| LR | نسبت لارسن | Llarson ratio |
| LSI | شاخص اشباع لانگلیر(لانژلیر) | Langelier saturation index |
| OPEX | هزینه کاری | operating expense |
| POU | نقطه استفاده | point-of-use |
| RSI | شاخص پایداری رایزنر | Ryznar stability index |
| TN | نیتروژن کل | total nitrogen |
| TP | فسفر کل | total phosphorus |

| کوته‌نوشت | عنوان فارسی | عنوان انگلیسی |
|---|---|---|
| TSS | کل مواد جامد معلق | total suspended solids |
| TWW | فاضلاب تصفیه‌شده | treated wastewater |
| WWTP | تصفیه‌خانه فاضلاب | wastewater treatment plant |

## ۵ طرح‌ریزی و طراحی یک سامانه متمرکز استفاده از پساب

### ۵-۱ کلیات

طرح‌ریزی برای اطمینان از اثربخشی سامانه متمرکز استفاده از پساب ضروری می باشد. هنگامی‌که یک طرح جامع آب بازیافتی در حال توسعه است، توصیه می‌شود جنبه‌های زیر در نظر گرفته شده و به دقت تعریف شود:

- اصول و اهداف طرح‌ریزی، از جمله حفاظت از سلامت انسان و محیط زیست؛
- دامنه طرح‌ریزی و جدول زمانی پروژه؛
- ساخت، بهره‌برداری و نگهداشت و چالش‌های عملیاتی بالقوه امکانات بازیافت آب؛
- اطمینان‌پذیری و افزونگی تولید، ذخیره، انتقال و اطمینان‌پذیری به سامانه توزیع آب بازیافتی؛
- کاربردهای آب بازیافتی و کیفیت و کمّیت آب مربوط؛
- منطقه شهری که آب بازیافتی آن تامین خواهد شد؛
- مقیاس و جانمایی سامانه و پیوندها/انطباق با طرح‌ریزی آب محلی یا منطقه‌ای؛
- امکان‌سنجی اقتصادی و دسترسی مالی، شامل راهبردهای تعرفه و امتیازات توافقنامه‌ها؛
- مشاوره با ذی‌نفعان، جلسات و گفت‌وگوهای عمومی؛
- نظرسنجی‌های مشتری برای تعیین نیازهای صنعتی و خانگی، ارزش[1] آب بازیافتی (تمایل به پرداخت)، پایایی وپایداری اقتصادی؛
- طراحی آگاهانه محیط‌زیستی و کمینه‌سازی اثرات محیط‌زیستی؛
- نظرعمومی و پذیرش اجتماعی.

طرح جامع آب بازیافتی بهتر است به‌صورت دوره‌ای (توسط مراجع ذی‌صلاح قانونی) بازبینی و به‌روزرسانی شود و به محض در دسترس بودن اطلاعات جدید پالایش شود. به‌عنوان مثال، شرکت‌های آب و فاضلاب، می‌توانند با ذی‌نفعان داخلی و خارجی باهم کار کنند. از جمله کاربران بالقوه آب بازیافتی و عموم مردم، اطمینان حاصل کنند که در طول فرایند مسائل و نگرانی‌ها درک و درنظر گرفته می‌شوند [10] و [11].

1- Value

## ۵-۲ تخمین آب مورد تقاضا

### ۵-۲-۱ کلیات

در مرحله طرح‌ریزی، نیازهای هر کاربرد استفاده از پساب، از جمله کمّیت و کیفیت آب بازیافتی بهتر است مورد ارزیابی قرار گیرد. روش‌های مختلفی برای تخمین تقاضاهای فعلی و آنالیز کاربردهای استفاده می‌تواند به‌کار برده شود. به‌علاوه، هنگام انتقال از آب شرب استاندارد یا سامانه‌های فاضلاب به یک سامانه استفاده از پساب، اندازه زیرساخت آب شرب بهتر است به طورکامل سنجیده شود، تا اطمینان حاصل شود که کیفیت آب/ عوامل ماند آب هنوز هم دست نخورده است (به‌عبارت دیگر، اجتناب از خدمات‌رسانی بیش از حد توان، افزایش ماند آب و کاهش بقایای گندزداها در آب).

### ۵-۲-۲ کمّیت آب بازیافتی

توصیه می شود هنگام تعیین کمّیت آب بازیافتی که برای استفاده از پساب در دسترس است، عوامل متعددی را در نظر گرفت، از جمله:

الف- مشخصه‌های کیفیت و کمّیت فاضلاب که از منابع مختلف به فاضلاب‌رو تخلیه می‌شود. (به عنوان مثال، انواع تخلیه صنعتی، تجاری و سازمانی، تعداد خانه‌ها، نفوذپذیری/ جریان ورودی، رواناب سطحی، فاضلاب‌روهای ترکیبی یا مجزا و غیره)؛

ب- توپوگرافی[1] منطقه خدمات‌رسانی و مکان امکانات تصفیه فاضلاب موجود؛

پ- پویایی روزانه و فصلی کمّیت فاضلاب جمع‌آوری شده و تصفیه‌شده ؛

ت- حجم آب بازیافتی که پس از تصفیه و ذخیره‌سازی می‌تواند در دسترس باشد.

### ۵-۲-۳ بازبینی کاربران نهایی و استفاده‌های بالقوه آب بازیافتی

توصیه می‌شود جهت شناسایی کاربران بالقوه آب بازیافتی، مکان آن‌ها و ملاحظات کمّی و کیفی آب موردنظر آن‌ها به‌خصوص کاربران با نیازهای کمّی و کیفی بالا و کاربردهایی با هزینه‌های به صرفه، ارزیابی‌هایی صورت پذیرد. توصیه می‌شود به راهبران بالقوه و مزایایی برای استفاده از آب بازیافت‌شده، به‌خصوص برای کاربران نهایی توجه خاص شود.

## ۵-۳ شرایط محل احداث

هنگام انتخاب محل برای سامانه استفاده از پساب متمرکز، توصیه می‌شود معیارهای زیر در نظر گرفته شود:
**الف**- محل و نزدیکی تقاضاهای کاربران کنونی و آینده پیش‌بینی‌شده آب بازیافتی؛

1- Topography

**ب**- دسترسی زمین، مسیرها و حریم‌های راه برای سامانه‌های ضروری تصفیه، ذخیره‌سازی، انتقال و توزیع و امکانات پمپاژ؛

**پ**- ارزیابی هدف‌گذاری زمین؛

**ت**- مناقشات استفاده از زمین و سیاست‌های محلی استفاده از پساب؛

**ث**- نزدیکی (به محل و کمّیت منابع فاضلاب)؛

**ج**- عوامل هیدرولیک و ساخت‌وساز عمرانی؛

**چ**- فرصت‌های مشارکت با سایر سازمان‌ها؛

**ح**- چارچوب محیط زیستی مانند اقلیم، جغرافیا و توپوگرافی؛

**خ**- منابع آب مانند آب‌های سطحی یا زیرزمینی؛

**د**- سطح پذیرش اجتماعی استفاده از پساب.

یک سامانه استفاده از پساب متمرکز ممکن است دو نوع پیکربندی داشته باشد:

– اضافه کردن تصفیه پیشرفته به یک امکانات تصفیه فاضلاب متمرکز موجود؛

– ساخت امکانات متمرکز جدید بازیافت برای تصفیه فاضلاب تکمیلی و/یا شفاف‌سازی[1] و تولید آب بازیافتی.

ممکن است پیدا کردن محلی که تمام شرایط بهینه را داشته باشد، مشکل باشد و می‌توان تنظیماتی را جهت جبران کمبود محل در نظر گرفت. بهتر است طرح‌ریزی هم تقاضای فعلی و هم آینده را برای تمام کاربران بالقوه آب بازیافتی مد نظر قرار دهد و رشد تقاضا ممکن است برای نیازهای آبی مختلف در نظر گرفته‌شده، متفاوت باشد. بهتر است ارزیابی بازار به خصوص در جوامع با زیرساخت‌های استقرار یافته انجام شود تا نیازهای آب بازیافتی تعیین شود. مسائل دیگری که بهتر است مورد توجه قرار گیرد شامل تاثیر تغییرات منطقه‌ای بالقوه کاربری اراضی و امکان توسعه آتی اراضی است.

### ۵-۴ اجزای سامانه

در هنگام طرح‌ریزی یک سامانه متمرکز استفاده از پساب بهتر است پنج جزء ضروری بازیافت آب را ذکر کنید:

**الف**- منبع آب (کیفیت و کمّیت)؛

**ب**- فرایند تصفیه؛

**پ**- ذخیره آب بازیافتی؛

**ت**- توزیع آب بازیافتی؛

**ث**- پایش.

سامانه(های) ذخیره‌سازی را می‌توان قبل و/یا بعد از خطوط لوله انتقال اصلی بسته به طراحی هیدرولیک سامانه توزیع جانمایی کرد و بهتر است کمّیت و فشار آب بازیافتی را متناسب کرد.

---

1- Polishing

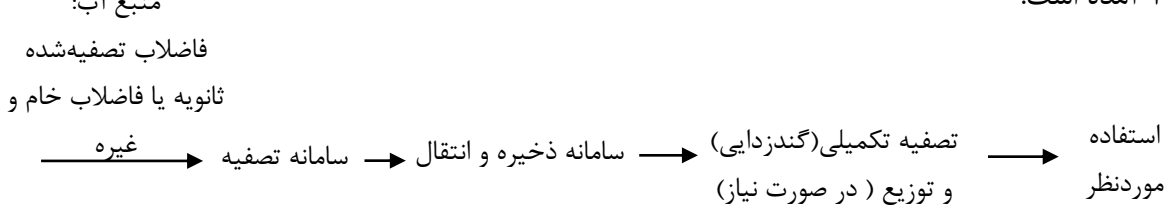
## ۵-۵ انواع مدل‌های سامانه

### ۵-۵-۱ کلیات

چهار مدل عمومی از یک سامانه متمرکز استفاده از پساب وجود دارد، برای مثال تک‌کاربردی، چندکاربردی، ذخیره‌سازی محیط‌زیستی و کاربردهای استفاده مجدد و استفاده‌های آبشاری، گستره‌ای از الگوهای ساده تا پیچیده‌تر استفاده آب که در این استاندارد لحاظ شده است.

### ۵-۵-۲ مدل I- تک کاربردی

مدل I، آب بازیافتی تنها برای یک نوع از کاربرد کیفیت استفاده از پساب، آب بازیافتی تولید می‌کند. این مدل نسبتا ساده است (به شکل ۱ مراجعه شود). فاضلاب تصفیه‌شده ثانویه نوعی به‌عنوان منبع آب در سامانه استفاده از پساب متمرکز استفاده می‌شود. در برخی موارد هنگامی‌که بازیافت آب در تصفیه فاضلاب با هدف موردنظر استفاده از پساب یکپارچه می‌شود، فاضلاب تصفیه نشده از سامانه‌های فاضلاب‌رو به‌عنوان منبع آب در نظر گرفته می‌شود. (به توضیحات جزئی زیربند ۶-۱ مراجعه شود) یک مثال نوعی از مدل I در شکل ۱ آمده است.




**یادآوری**- تصفیه تکمیلی اختیاری است و اجباری نیست، که بستگی به کیفیت آب بازیافتی دارد.

**شکل ۱- مثال نوعی از مدل I برای یک برنامه تک کاربردی**

توصیه می شود مدل I زمانی مورد توجه قرار بگیرد که:

**الف**- آب بازیافت‌شده برای یک کاربر تامین‌شده باشد. مثلا یک واحد صنعتی یا یک ساختمان منفرد، یا

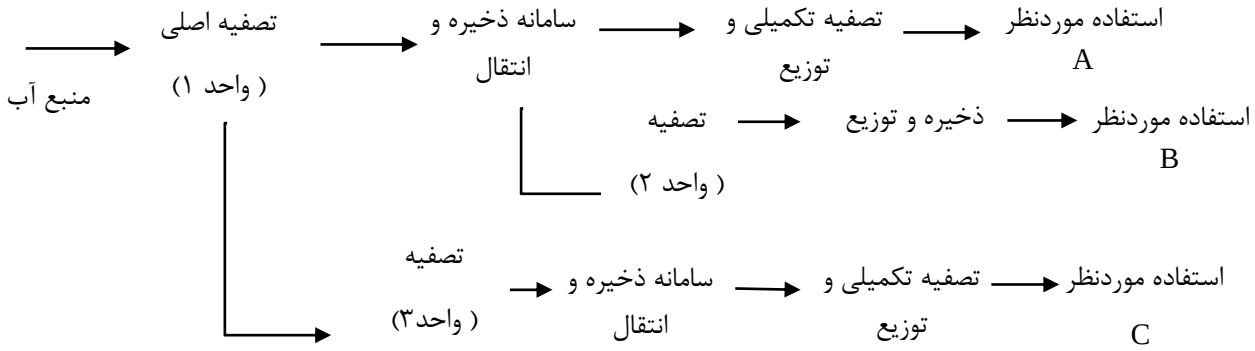
**ب**- آب بازیافتی برای یک نوع کاربر تامین‌شده یا برای یک کاربر یکسان یا کاربران مشابه، هم چون یک منطقه مسکونی، ناحیه‌ای یا جامعه محور که بهتر است کیفیت آب بازیافتی، تمام کاربردهای استفاده از پساب را برآورده کند را استاندارد کرد.

بهتر است با استفاده از اصول طراحی پذیرفته شده، فناوری تصفیه یا ترکیبی از فناوری‌ها برای دستیابی به اهداف کیفیت آب بازیافتی برای کاربردهای ویژه و عملکرد کلی سامانه آب بازیافتی، انتخاب شوند. به استاندارد ISO 20761، استاندارد ISO 20468-1 و منبع [12] کتاب‌نامه مراجعه شود.

### ۵-۵-۳ مدل II– چند کاربردی

مدل II چندین جریان آبی بازیافتی تولید می‌کند که هر کدام دارای معیار کیفیت آب متفاوتی هستند.

این مدل در طراحی و بهره‌برداری پیچیده‌تر بوده و تصفیه به صورت یک ساختار سلسله مراتبی سازمان‌دهی می‌شود. یک مثال نوعی از مدل II در شکل ۲ آمده است.




**شکل ۲- مثال نوعی از مدل II برای چندکاربردی**

توصیه می‌شود مدل II زمانی استفاده شود که آب بازیافتی به‌منظور استفاده نهایی چندگانه با کیفیت آب مختلف، مانند یک شهرک صنعتی با صنایع مختلف، یا ناحیه‌ای با کاربردهای صنعتی و خانگی برای آب بازیافتی، تامین می‌شود.

بهتر است هنگام انتخاب یک فناوری تصفیه آب بازیافتی یا ترکیب فناوری‌ها، موارد زیر مورد توجه قرار گیرد:

**الف**- واحد تصفیه ۱ برای تامین ویژگی‌های موردنظر کیفیت و کمّیت آب برای کاربران بزرگ و اولویت بالا طراحی شده است؛

**ب**- کاربران کوچک با درخواست‌های با کیفیت بالاتر می‌توانند به واحد تصفیه اصلی (واحد ۱) متصل شوند و یا قبل از توزیع یا در نقطه استفاده (POU) یک واحد تصفیه تکمیلی را فراهم کنند. کنترل و مسئولیت یک کاربر نهایی، در محل تاسیسات نیازمند یک قرارداد دارای جزئیات و دسترسی به محل برای اطمینان از اینکه نیازهای آنها حفظ خواهد شد. در اینجا دو سناریو وجود دارد که می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد:

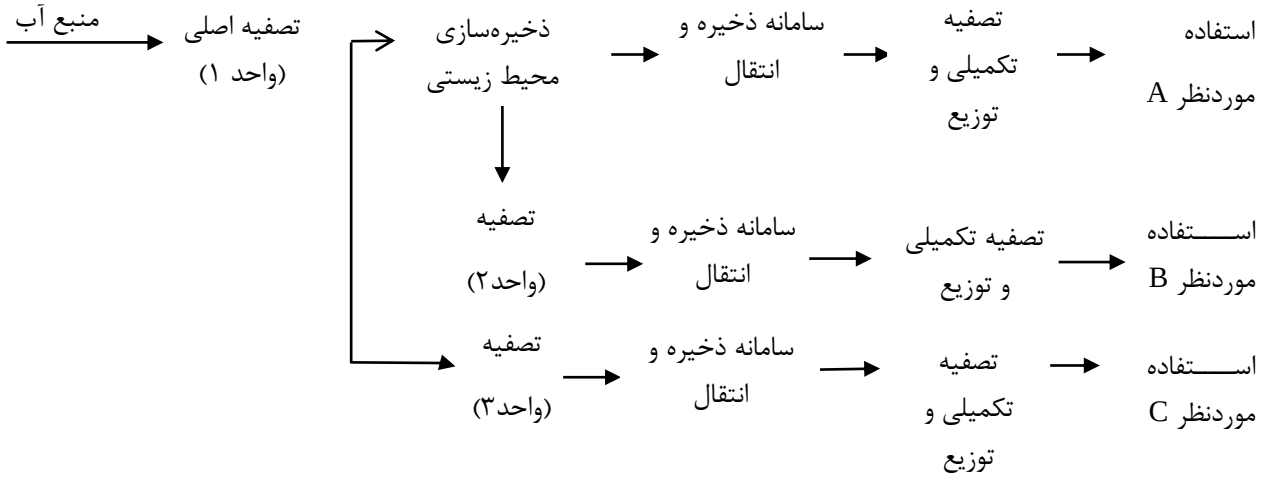
- تاسیسات آب بازیافتی با کاربر نهایی برای سامانه‌ای با کیفیت و کمّیت مشخص‌شده قرارداد می بندند و تاسیسات تصفیه تکمیلی را کنترل می‌کنند.
- کاربر کوچک برای مقادیری که تصفیه تکمیلی در محل خود تامین و ساخته می‌شود، قرارداد می بندند. جایی که کاربر کنترل و مسئولیت ساخت و بهره‌برداری سامانه را برعهده دارد.

**پ**- کاربران کوچک با تقاضاهای کیفی که به‌طور کلی پایین‌تر از کیفیت آب بازیافتی تولید می‌شوند، می‌توانند به طور مستقیم به واحد تصفیه اصلی (واحد ۱) بدون لحاظ کردن تصفیه تکمیلی متصل شوند.

بهتر است حداقل کیفیت آب توسط ارائه‌دهنده خدمات (بهره‌بردار) تضمین شود. نیازهای کیفیت آب برای کاربران ویژه می‌تواند با استفاده از تصفیه‌های تکمیلی (به‌عنوان مثال واحد ۲ و ۳) به‌دست آید.

### ۵-۵-۴ مدل III– ذخیره‌سازی محیط زیستی و کاربردهای استفاده مجدد

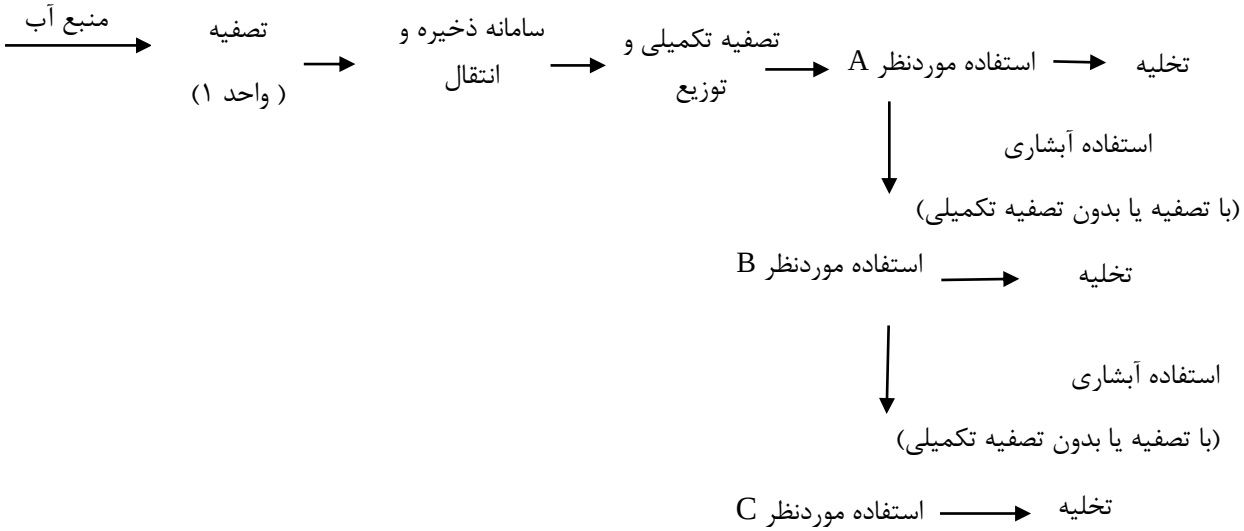
توصیه می‌شود مدل III زمانی در نظر گرفته شود که بدنه‌های آبی مانند تالاب‌های طبیعی/مصنوعی، آبگیرها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و جریان‌ها در نزدیکی سامانه تصفیه قرار گرفته اند و می‌توانند به‌عنوان مخازن ذخیره‌سازی و/یا واحدهای تصفیه که در آن آب بازیافتی می‌تواند تحت تصفیه بیشتر قرار گیرد. ذخیره‌سازی با هدف فراهم‌سازی حاشیه امن و/یا بهبود محیط‌زیستی، جهت دستیابی به سطح بالایی از مزایای محیط زیستی و اجتناب از تاثیرات نامطلوب بر کاربران است. ذخیره‌سازی و تصفیه در محل می‌تواند بنابر نیازهای کاربر، اختیاری باشد. یک مثال نوعی از مدل III در شکل ۳ آمده است.




**شکل ۳- مثال نوعی از مدل III جهت کاربردهای ذخیره‌سازی محیط زیستی و استفاده مجدد**

### ۵-۵-۵ مدل IV- استفاده های آبشاری آب بازیافتی

مدل IV یک سامانه آبشاری برای آب بازیافتی، با استفاده از سامانه متوالی یا آبشاری از آب بازیافتی برای کاربردهای مختلف استفاده مجدد را فراهم می‌کند. به‌عنوان مثال، هنگامی که آب بازیافتی برای استفاده صنعتی به‌کار برده می‌شود، فاضلاب می‌تواند از فرایند صنعتی مشابه بازیافتی و برای کاربردهای بعدی استفاده مجدد مانند تمیزکردن و یا آبیاری فضای سبز زینتی بدون نیاز به کیفیت ویژه آب تکمیلی استفاده شود. چنانچه کیفیت بالاتر آب برای کاربردهای بعدی استفاده مجدد مورد تقاضا باشد، تصفیه تکمیلی می‌تواند انجام گیرد یا آب استفاده شده جهت دستیابی به کیفیت مطلوب آب برای کاربرد استفاده مجدد با آب با کیفیت بالاتر مخلوط شود. یک مثال نوعی از مدل IV در شکل ۴ آمده است.




**شکل ۴- مثال نوعی از مدل IV برای استفاده آبشاری**

### ۶-۵ اصول پایه‌ای

توصیه می‌شود در زمان طراحی سامانه متمرکز استفاده از پساب، اصول پایه ایمنی، اطمینان‌پذیری، پایداری و پایایی اقتصادی در همه بندهای قابل اجرا گنجانده شود.

## ۶ ملاحظات منبع آب

### ۶-۱ نوع منبع آب

#### ۶-۱-۱ کلیات

بهتر است کیفیت منبع آب برکاربردهای استفاده مجدد بعدی و نیز سلامت انسان و محیط زیست هیچ تأثیر منفی نداشته باشد. منابع امکانات بازیافت آب می‌توانند هم شامل فاضلاب‌های غیرتصفیه‌شده از سامانه‌های فاضلاب‌رو یا فاضلاب تصفیه‌شده (TWW) از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب (WWTP)، با فناوری تصفیه و سطح تصفیه بر مبنای منبع آب و نیازهای کیفیت آب بازیافتی با لحاظ کردن اصول ایمنی، اطمینان‌پذیری، پایداری، پایایی اقتصادی و حفاظت از محیط زیست و سلامت عمومی باشد.

در اغلب موارد، انتظار می‌رود فاضلاب تصفیه‌شده ثانویه (TWW) به عنوان منبع آب در سامانه استفاده از پساب متمرکزشده استفاده شود. کیفیت فاضلاب تصفیه‌شده ثانویه (TWW) معمولا مشخص می‌شود. به این ترتیب، بازیافت آب می‌تواند به طور مستقیم با یک تصفیه‌خانه فاضلاب (WWTP)، با اهداف در نظر گرفته شده برای استفاده از پساب یکپارچه شود. در این سامانه یکپارچه، فاضلاب تصفیه‌نشده از سامانه‌های

فاضلاب‌رو تا زمانی‌که تصفیه و اطمینان‌پذیری (کیفیت و کمّیت آب) پاسخگوی تقاضای استفاده از پساب باشد به‌عنوان منبع آب است.

### ۶-۱-۲ فاضلاب تصفیه‌شده از تصفیه‌خانه فاضلاب (WWTP)

فاضلاب تصفیه شده ثانویه معمولا در مناطقی که امکانات متمرکز تصفیه فاضلاب متمرکز وجود دارد، به‌عنوان منبع آب بازیافتی استفاده می‌شود. نوعا تصفیه‌خانه فاضلاب موجود برای گسترش یا به‌روزرسانی و یا ساخت‌وساز مجاور امکانات جدید بازیافت آب در نظر گرفته می‌شود. برای گسترش یا به‌روزرسانی تصفیه‌خانه فاضلاب‌های موجود، سازگاری با فرایندهای تصفیه موجود دارای اهمیت است و توصیه می‌شود عوامل متعددی از جمله کیفیت سامانه‌های تصفیه فاضلاب ثانویه، فضا برای امکانات جدید، مشخصات هیدرولیک تصفیه‌خانه، تغییرات در لوله‌کشی، ملاحظات کاری و سامانه‌های جانبی را در نظر گرفت. بهتر است در همه موارد، تقاضای آینده، طرح‌ریزی منطقه‌ای و دسترسی به زمین در نظر گرفته شود.

### ۶-۱-۳ فاضلاب تصفیه‌نشده از سامانه‌های فاضلاب

فاضلاب تصفیه‌نشده از سامانه‌های فاضلاب‌رو نوعی به‌عنوان منبع آب در نظر گرفته می‌شود، به عنوان مثال برای:

- مناطق تازه توسعه‌یافته که امکانات متمرکز تصفیه فاضلاب هنوز وجود نداشته، و

- مناطقی با امکانات تصفیه فاضلاب با ظرفیت محدود نظیر تصفیه‌خانه‌های اولیه.

فاضلاب تصفیه‌نشده از سامانه‌های فاضلابرو به طور کلی متناسب با جمعیت منطقه تحت پوشش سامانه جمع‌آوری‌کننده فاضلاب، در دسترس است.

به‌طور کلی، فاضلاب تصفیه‌نشده از سامانه‌های فاضلابرو دارای مشخصه‌های زیر است:

**الف**- غلظت‌های بالاتر مواد مغذی و آلاینده‌های شیمیایی آلی و غیر آلی (از جمله مواد شیمیایی خانگی و صنعتی، دارویی و محصولات مراقبت شخصی و تخریب‌کننده‌های غدد درون‌ریز) در مقایسه با فاضلاب تصفیه‌شده ثانویه؛

**ب**- مقادیر بالای مواد جامد (به‌عنوان مثال خرده سنگ، کاغذ، پلاستیک، دستمال مخصوص و غیره) که می‌تواند به پمپ‌ها، صافی‌ها و سایر تجهیزات بچسبد؛

**پ**- بار بیشتر و طیف گسترده‌تری از عوامل بیماری‌زا[1]؛

**ت**- به طور کلی آنچه جمع‌آوری‌شده و در یک ارتفاع پایین‌تر سامانه جمع‌آوری در دسترس است.

اجزا تشکیل‌دهنده و تغییرات درکیفیت و کمّیت فاضلاب تصفیه‌نشده برای طراحی تصفیه بعدی، ذخیره‌سازی، توزیع و مراحل کاربرد دارای اهمیت هستند و توصیه می‌شود به‌درستی ارزیابی شوند.

---

1- Pathogens

### ۶-۱-۴ سایر منابع

در طول یک رویداد اضطراری، غیرمنتظره یا وقفه در تامین منبع آب، منابع تامین پشتیبان آب که پاسخگوی ویژگی‌های کیفی آب برای کاربردهای استفاده مجدد می‌باشند بهتر است برای برآورده کردن تامین خدمت ضروری (به‌عنوان مثال سیفون سرویس بهداشتی) در دسترس باشند. منابع احتمالی آب پشتیبان شامل آب شرب، آب نهرها، منابع رودخانه‌های و/ یا دریاچه هستند که در نزدیکی سامانه متمرکز استفاده از پساب می‌باشند.

هنگامی که منابع در دسترس آب بازیافتی برای تامین تقاضای کاربر کافی نباشد، توصیه می شود منابع مکمل در صورت امکان در نظر گرفته شود. در چنین مواردی، این منابع ممکن است نیاز به تصفیه تکمیلی، ذخیره‌سازی یا مخلوط کردن با منابع دیگر را داشته باشند.

اگر آب شرب به‌عنوان یک منبع پشتیبان یا منبع مکمل مورد استفاده قرار گیرد، توصیه می‌شود سامانه توزیع آب شرب از آلودگی بالقوه آب تصفیه‌شده از طریق استفاده از وسایل ممانعت از جریان برگشتی، ترجیحا جداسازی به صورت شکاف هوایی محافظت شود.

## ۶-۲ ملاحظات کیفیت آب برای منبع آب

### ۶-۲-۱ کلیات

بهتر است کیفیت و کمّیت منبع آب ملاحظات ایمنی را برای سلامت انسان و ایمنی محیط زیستی فرایند تولید و تامین آب بازیافتی را برآورد کند. بهتر است این دو موضوع مورد توجه قرار گیرد.

### ۶-۲-۲ منبع آب مناسب

آب بازیافتی از منبع فاضلاب خانگی با نسبت کنترل شده از فاضلاب صنعتی می‌تواند به‌عنوان یک منبع مناسب آب خام برای کاربردهای استفاده از پساب مورد توجه قرار گیرد.

### ۶-۲-۳ منبع آب نامناسب

اگرچه انتظار می‌رود منابع فاضلاب شهری به طور معمول شامل مخلوطی از فاضلاب خانگی، صنعتی، تجاری و اداری (مانند بیمارستان) باشد، فاضلاب از صنایع و سازمان‌هایی که شامل مواد شیمیایی سمی یا عوامل بیماری‌زا در سطحی بالاتر از حد قابل قبول مشخص شده باشد، بهتر است جهت بازیافت و استفاده مجدد مفید حذف شوند. زیرا محتوای بالای آلاینده ها ممکن است بر کیفیت آب بازیافتی تاثیر منفی داشته باشد. به ویژه توصیه می‌شود هنگام استفاده از فاضلاب با درصد قابل توجهی از پساب‌های خروجی بیمارستانی احتیاط شود زیرا پتانسیل محتوای بالای عوامل بیماری‌زا و حضور گندزداها و ترکیبات دارویی ممکن است اثرات منفی بر فرایندهای تصفیه بیولوژیکی داشته باشد.

بهتر است روش‌های خوب برای شناسایی و به حداقل رساندن اثرات نامطلوب اتخاذ شود. این روش‌ها ممکن است شامل یک برنامه کنترل منبع، سامانه مجوزدهی، جنبه‌های ویژه برای صنایع، پایش و رویه‌های ممیزی باشد. زمانی که آلاینده‌ها به طور موثری کنترل‌شده و قبل از تخلیه در فاضلاب به سطوح قابل پذیرش جهت مصرف مجدد برسند، ورودی‌های فاضلاب صنعتی، تجاری و/یا اداری ممکن است منابع مناسب آب برای استفاده مجدد باشند.

فاضلاب رادیواکتیو و فاضلاب‌های صنعتی که حاوی مقادیر بیش از حد فلزات سنگین و مواد شیمیایی سمی هستند نمی‌توانند به‌عنوان منبع آب خام استفاده شوند.

### ۶-۳ ملاحظات اطمینان‌پذیری

#### ۶-۳-۱ کمّیت آب

مقدار آب بازیافتی که در دسترس است به‌وسیله مقدار فاضلاب تصفیه‌نشده جمع‌آوری‌شده از سامانه‌های فاضلابرو یا فاضلاب تصفیه‌شده ثانویه که در دسترس است، تعیین می‌شود. بهتر است نشت خطوط لوله، فرایند مصرف آب تصفیه‌شده و هدررفت پیش بینی نشده آب به حساب آورده شود.

کمّیت آب به تغییرات ساعتی و فصلی بستگی دارد و بهتر است این تغییرات در طراحی لحاظ شوند.

#### ۶-۳-۲ کیفیت پساب

بهتر است برای به حداقل رساندن تغییرات کیفیت آب در منبع آب خام، تغییرات اثرات بارهای شوک‌دهنده از منابع فاضلاب صنعتی و نفوذپذیری/ جریان ورودی آب سطحی مورد توجه قرار گیرد. زمانی که تاثیرات بالقوه تخلیه‌های صنعتی درک و آلودگی‌های کلیدی شناسایی می‌شوند، کیفیت آب بازیافتی را می‌توان با ذخیره‌سازی با حاشیه امن، فرایندهای مناسب تصفیه، کنترل منبع صنعتی و بهره‌برداران بخش فرایندی آموزش‌دیده کنترل کرد.

به‌منظور ارزشیابی ایمنی استفاده از پساب، بهتر است با توجه به متناسب بودن با هدف ، همان‌طور که در استاندارد ISO 20761 نشان داده شده، عمل شود. برای ارجاع، پارامترهای رایج برای ارزیابی کیفیت آب منبع شامل میکروارگانیسم‌های شاخص (به عنوان مثال کلیفرم‌های کل، کلیفرم‌های مدفوعی، یا *اشرشیاکلی*)، کدورت، کل مواد جامد معلق (TSS)، اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی (BOD) (و/یا اکسیژن‌خواهی شیمیایی (COD) به‌عنوان مکمل)، رنگ، pH، نیتروژن کل(TN) ، فسفر کل (TP) و شاخص‌های ظاهری است. بهتر است فهرست پارامترهایی که پایش می‌شوند مطابق با رویکرد متناسب با هدف انتخاب شوند. پارامترهای اختیاری ممکن است برای برخی از کاربردها گنجانده شود. در حین ارزیابی کیفیت آب ممکن است مسائل پایداری مانند رشد باکتریایی و اثرات نامطلوب بالقوه مانند خطرات سلامت، همچنین اثر بر خاک یا سایر مسائل محیط زیستی به حساب آید. اطلاعات مربوط به معیارهای کیفیت آب توصیه شده برای

کاربردهای استفاده از پساب در چندین کشور در پیوست A استاندارد ISO 20761 و منابع [13]، [14]، [15] و [16] کتاب‌نامه آمده است.

### ۶-۳-۳ ارزیابی اطمینان‌پذیری

بهتر است هر برنامه آب بازیافتی یک ارزیابی اطمینان‌پذیری را انجام دهد تا مشخص شود کدامیک از فرایندها و قطعات تجهیزات برای تولید، توزیع و استفاده نهایی آب تولیدی بحرانی، حیاتی و غیر بحرانی است. این ارزیابی میزان از دست دادن فرایندها و تجهیزات بحرانی، حیاتی و غیر بحرانی را بر کیفیت و کیفیت آب بازیافتی تعیین می‌کند، چنان‌چه بر توانایی تولید، توزیع و استفاده از آب بازیافتی تاثیر می‌گذارد. ارزیابی این یافته‌ها را در طراحی امکانات برای اطمینان از افزونگی کافی، ذخیره‌سازی با حاشیه‌های امن محیط زیستی و هشدارها لحاظ خواهند کرد. این عوامل طراحی هم‌چنین نیازهای حداقلی و بحرانی کارکنان کارگزینی را تعیین می‌کند.

### ۶-۴ ملاحظات اقتصادی

بهتر است امکان‌سنجی اقتصادی استفاده از پساب، از جمله هزینه سرمایه‌ای (CAPEX) و هزینه کاری (OPEX)، به صورت مورد به مورد ارزیابی شود. اثربخشی هزینه تصویب منبع آب برای استفاده از پساب بهتر است با سایر منابع آب موجود مقایسه شود (به‌عنوان مثال هزینه سرمایه‌ای (CAPEX)، هزینه کاری (OPEX)، قیمت‌گذاری آب، صرفه‌جویی هزینه‌های غیرمستقیم و غیره).

## ۷ سامانه تصفیه آب بازیافتی

### ۷-۱ کلیات

توصیه می‌شود فاکتورهای زیر برای تصفیه آب بازیافتی مورد توجه قرار گیرند:

- کیفیت آب منبع؛
- اهداف تصفیه و کیفیت هدف آب بازیافتی؛
- عملکرد فن‌آورانه امکانات تصفیه؛
- مکان امکانات تصفیه و محدودیت‌های محل؛
- ملاحظات انرژی و اقتصادی.

بهتر است فناوری‌ها و فرایندهای تصفیه برای برآوردن نیازها و اهداف استفاده‌های نهایی انتخاب شود.

## ۷-۲ اصول طراحی سامانه تصفیه متمرکز استفاده از پساب

### ۷-۲-۱ کلیات

توصیه می‌شود اصول ایمنی، اطمینان‌پذیری، پایداری و پایایی اقتصادی در طراحی یک سامانه تصفیه متمرکز استفاده از پساب گنجانده شود. بهتر است اجتناب از اثرات نامطلوب محیط زیستی نیز مورد توجه قرار گیرد.

### ۷-۲-۲ ایمنی

بهتر است ایمنی آب بازیافتی، از مناسب بودن کیفیت آب بازیافتی برای استفاده‌های موردنظر به‌منظور حفاظت از سلامت انسان و محیط زیست از اثرات نامطلوب عوامل بیماری‌زا، آلودگی‌های شیمیایی سمی یا مواد مغذی اطمینان ایجاد کند. به‌عنوان مثال، آب بازیافتی حاوی مقادیر زیاد نمک (به‌عنوان مثال سدیم و بور) می‌تواند به‌طور ویژه برای برخی از گیاهان سمی باشد. جایی که منبع پشتیبان یا مکمل برای اطمینان از اطمینان‌پذیری پیشنهاد شده و از یک سامانه آب شرب تامین شده است، یک وسیله محافظت از جریان برگشتی بین دو سامانه جهت حفاظت سامانه آب شرب از آلودگی پیشنهاد شده است. انتخاب وسیله محافظت از جریان برگشتی مرتبط با دسته‌بندی ریسک آلودگی شناسایی شده، پیشنهاد شده است.

بهتر است کیفیت آب با توجه به ارزشیابی ایمنی استفاده از پساب «متناسب با هدف» مطابق با استفاده‌های نهایی ارزشیابی شود.

### ۷-۲-۳ اطمینان‌پذیری

نیاز و دسترسی به کمّیت آب می‌تواند با تعیین تقاضای آب بازیافتی و اطمینان از اینکه که تامین می‌تواند اوج نیازها را برآورده کند، تعیین شود. ارزیابی اطمینان‌پذیری برای نشان دادن این است که آب بازیافتی تصفیه زمانی که به سامانه توزیع تحویل داده می‌شود، دارای کمّیت و کیفیت قابل قبول است. توصیه می‌شود به‌منظور اطمینان از اطمینان‌پذیری تصفیه، جنبه‌های زیر در نظر گرفته شوند:

**الف**- منابع پشتیبان آب و منابع تغذیه برق ؛

**ب**- تجهیزات آماده به کار یا جایگزین؛

**پ**- استفاده فصلی یا موقت یا ذخیره‌سازی با حاشیه امن از آب بازیافتی (بسته به موقعیت، به عنوان مثال، ذخیره‌سازی در زمستان، ذخیره‌سازی اضطراری، آبیاری فصلی یا افزایش جریان)؛

**ت**- اثربخشی و کارایی فرایندهای تصفیه و گندزدایی به‌منظور اطمینان از عملکرد پایدار؛

**ث**- برنامه‌های پایش نظیر پایش برخط[1]، سامانه‌های هشدار و کنترل‌های خودکار برای شناسایی و کنترل نقص‌های فرایندی و تخلیه کنترل‌نشده در سامانه‌های جمع‌آوری فاضلاب شهری؛

**ج**- بهره‌برداری امکانات، نگهداشت و کنترل.

### ۷-۲-۴ پایداری

ارزیابی پایداری ممکن است شامل پایداری عملیاتی و پایداری/انطباق کیفیت پساب خروجی باشد.

هنگام طراحی سامانه تصفیه مهم است که بر اساس رویکردهای کیفیت آب برای انجام بررسی اهداف عملکردی (به‌عنوان مثال سازگاری و انعطاف‌پذیری سامانه)، مطمئن شوید که غلظت‌های باقی‌مانده پارامترهای شیمیایی و میکروبی قابل قبول است. در بعضی موارد برای آب بازیافتی با ریسک بالای تماس مستقیم با انسان، یک رویکرد با موانع چندگانه یا حداقل مانع دوگانه تصفیه بهتر است برای کاهش ریسک‌های میکروبی اجرا شود. افزونگی تجهیزات نیز می‌تواند جایی که اقدامات اضافه فراتر از حداقل نیاز برای اطمینان از اینکه اهداف عملکرد به گونه‌ای پایدار قابل دستیابی است، در نظر گرفته شود. افزونگی شامل فرایندهای تصفیه می‌باشد که قادرند به‌طور مستقل همان نوع آلاینده‌ها و ارائه تجهیزات آماده به کار و منبع تغذیه برق را هدف قرار دهد.

پایداری شیمیایی را می‌توان با در نظر گرفتن پارامترهای معمول مانند pH، قلیائیت، دما، سختی، کلراید و سولفات ارزیابی شود. در بعضی موارد بسیار خاص، پارامترهای دیگری مانند شاخص اشباع لانگلیر (LSI) ، شاخص پایداری رایزنر (RSI)، شاخص قلیایی (AI) و نسبت لارسن (LR) و همچنین برخی از شاخص‌های اضافی پایداری میکروبی مانند شمارش میکروارگانیسم‌های هتروتروف (HPC)، کربن آلی قابل جذب (AOC)، کربن آلی نامحلول زیست‌تخریب‌پذیر (BDOC)، پتانسیل رشد جلبکی (AGP) و پتانسیل رشد باکتریایی (BGP).

### ۷-۲-۵ پایایی اقتصادی

بهتر است ارزشیابی پایایی اقتصادی سرمایه‌گذاری اولیه برای ساخت و نصب و هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداشت را در نظر بگیرد. هزینه‌های تصفیه تحت تأثیر مکان، کیفیت منبع آب، کمّیت و کیفیت پساب خروجی برای کاربردهای موردنظر، هزینه انرژی و هزینه نیروی کارگری می‌باشند. به‌عنوان یک قاعده، تعرفه‌های ویژه‌ای برای بهبود استفاده از پساب مقرر می‌شود.

1- Online

### ۷-۲-۶ محیط زیست

حفاظت از محیط زیست و اجتناب از اثرات نامطلوب محیط زیستی بسیار حیاتی است (به منابع [17]، [18] و [19] کتاب‌نامه مراجعه شود). به‌منظور اطمینان از پایداری محیط زیستی در استفاده از پساب، جنبه‌های زیر می‌تواند مد نظر قرار گیرد:

**الف**- تاثیرات استفاده زمین؛

**ب**- اکوسیستم‌ها، گونه‌ها یا تنوع زیستی (به‌عنوان مثال تالاب‌ها، گونه‌های در معرض تهدید، حیات وحش و زیستگاه‌ها)؛

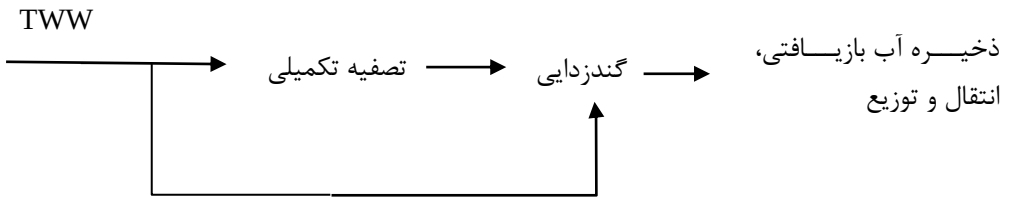
**پ**- دشت‌های سیلابی، زمین‌های زراعی مهم، اراضی پارک‌ها یا اراضی حفاظت‌شده؛

**ت**- کیفیت یا کمّیت آب‌های سطحی یا زیرزمینی؛

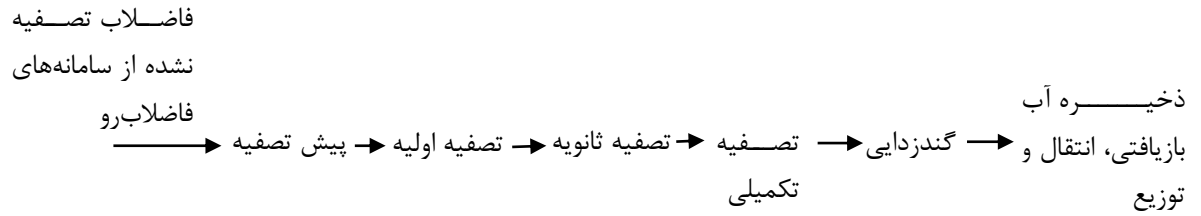
**ث**- کیفیت هوای آزاد یا سطح نوفه.

### ۷-۳ پیکربندی‌های ممکن سامانه تصفیه متمرکز استفاده از پساب

شکل ۵ نمودار گردشی سامانه نوعی تصفیه آب را نمایش می‌دهد. هنگامی که منبع آب فاضلاب تصفیه‌شده ثانویه است، سامانه به‌طور معمول شامل فرایندهای تصفیه و میکروب‌زدایی تکمیلی است (مطابق با مورد الف شکل ۵). اگر منبع آب فاضلاب تصفیه‌نشده از سامانه‌های فاضلابرو است، بهتر است سامانه شامل مراحل فرایندهای پیش‌تصفیه، تصفیه اولیه، ثانویه و تصفیه تکمیلی و گندزدایی باشد (مطابق با مورد ب شکل ۵). تصفیه تکمیلی و گندزدایی اجزای اصلی در تصفیه آب بازیافتی هستند. کاربران ویژه اگر ملاحظات خاصی برای کیفیت آب بازیافتی (به عنوان مثال حذف نمک) داشته باشند، می‌توانند دیگر تصفیه‌های تکمیلی را پیاده‌سازی کنند.




**الف- امکانات بازیافت آب ساخته شده پایین‌دست و در مجاورت تصفیه‌خانه فاضلاب**




**ب- امکانات بازیافت آب که در یک تصفیه‌خانه فاضلاب WWTP یکپارچه شده است**

**یادآوری و استفاده**- تصفیه پیشرفته اختیاری است و بهتر است بسته به کیفیت و مصرف آب بازیافتی مورد بررسی قرار گیرد.

**شکل ۵- نمودار گردشی یک سامانه نوعی تصفیه متمرکز استفاده از پساب**

### ۴-۷ فرایند تصفیه

در برخی موارد، بهتر است تصفیه پیشرفته در نظر گرفته شود. برای تضمین ایمنی و اطمینان‌پذیری سامانه تصفیه، اتخاذ رویکرد تصفیه با چند مانع به صورت ترکیبی و سامانه پایش توصیه می‌شود که بسته به کاربردهای آب بازیافتی همراه با حداقل نیازهای فناوری (به‌عنوان مثال، گندزدایی) مورد توجه قرار گیرد. رویکرد با موانع چندگانه استفاده از اقدامات ترکیبی را به‌عنوان یک سامانه یکپارچه را برجسته کند.

تصفیه‌های تکمیلی معمول شامل فناوری‌های فیلتراسیون (فیلترکردن سریع با شن و ماسه، فیلترکردن پارچه/صفحه‌ای یا ریزغربال‌گری).

فناوری‌های گندزدایی معمول ممکن است شامل کلرزنی، اشعه فرابنفش و استفاده از ازن باشد.

فناوری‌های پیشرفته رایج تصفیه ممکن است شامل جذب با کربن فعال و تبادل یونی، فیلتراسیون غشایی (به‌عنوان مثال میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس) و اکسیداسیون پیشرفته (به‌عنوان مثال اکسیداسیون الکتروشیمیایی، اکسیداسیون کاتالیزوری فوتوشیمیایی و تابش) باشد (به منبع [20] کتاب‌نامه مراجعه شود).

## ۸ سامانه ذخیره آب بازیافتی

### ۸-۱ کلیات

امکانات ذخیره‌سازی آب بازیافتی، اجزای ضروری در یک سامانه استفاده از پساب است. ذخیره‌سازی کافی بهتر است برای متعادل‌سازی تغییرات جریان هیدرولیکی، برآورده کردن نیازهای آبی، کاهش نوسانات فشار و ایجاد ذخایر برای اطفای حریق، قطع برق و سایر موارد اضطراری طراحی و اجرا شود. در ساخت امکانات ذخیره‌سازی بهتر است انواع و ویژگی‌های مختلف ذخیره‌سازی را در نظر بگیرند. یکپارچگی ساختاری سامانه نیز بهتر است تضمین‌شده باشد و از نشت و هدررفت از سامانه جلوگیری شود.

## ۸-۲ انواع ذخیره‌سازی

### ۸-۲-۱ کلیات

امکانات ذخیره‌سازی می‌تواند هم به صورت روباز (مخازن یا آبگیرها) یا سازه‌های سرپوشیده (تانک‌های پوشیده‌شده مدفون یا آبخوان‌های زیرزمینی) باشد. نوع ذخیره‌سازی تحت تاثیر توپوگرافی، زیبایی‌شناسی[1]، فعالیت لرزه‌ای، پتانسیل انجماد، دسترسی به زمین، مخارج سرمایه‌ای و عملیاتی و تجربه‌های قبلی است.

### ۸-۲-۲ مخازن روباز

مخازن سطحی روباز معمولا در امکانات بزرگ استفاده می‌شود. آن‌ها می‌توانند به‌عنوان قسمتی از سامانه توزیع و تصفیه (به‌عنوان مثال آبگیرهای بزرگ) مورد استفاده قرار گیرند، یا آن‌ها می‌توانند برای ذخیره‌سازی آب بازیافتی قبل از اینکه به سامانه توزیع پمپ می‌شوند، استفاده شود. آبگیرهای ذخیره‌سازی در محل اغلب کاربردهای شهری مانند زمین گلف و آبیاری پارک استفاده می‌شود.

اندازه مخازن ذخیره‌سازی باز به اهداف ذخیره‌سازی بستگی دارد. ذخیره‌سازی کوتاه مدت، گزینه غالب برای فضای سبز شهری و آبیاری زمین گلف می‌باشد. ذخیره‌سازی بلند مدت بین فصلی بیشتر برای آبیاری کشاورزی، پروژه‌های بزرگ استفاده از پساب شهری یا استفاده غیر مستقیم پساب برای شرب است. اطلاعات مرتبط در مورد استفاده از پساب برای آبیاری در استانداردهای ISO 16075-1، ISO 16075-2، ISO 16075-3 و ISO 16075-4 یافت می‌شود.

**یادآوری**- در صورت استفاده غیر مستقیم پساب برای شرب، آب بازیافتی قبل از اینکه از طریق اعمال تصفیه آب برای اهداف آب شرب تصفیه و استخراج شود به یک مقدار با حاشیه امن محیط زیستی رهاسازی می‌شود. حاشیه امن محیط زیستی برای استفاده غیر مستقیم پساب برای شرب می‌تواند یک مخزن سطحی روباز یا دریاچه یا آبخوان باشد. دیگر استانداردهای مربوط می‌تواند برای اطلاعات ویژه بیشتر در مورد استفاده غیر مستقیم پساب برای شرب معرفی شوند (به منبع [21] کتاب‌نامه مراجعه شود).

### ۸-۲-۳ مخازن سرپوشیده

دو نوع اصلی از مخازن سرپوشیده، به نام تانک‌های ذخیره نیز نامیده می‌شوند، در سامانه‌های بازیافت آب استفاده می‌شود: تانک‌های زیرزمینی و تانک‌های روزمینی.

انتخاب و طراحی تانک‌های ذخیره‌سازی بستگی به توپوگرافی، دسترسی به زمین و ملاحظات مالی دارد. تانک‌های روزمینی همیشه ارزان‌تر از سازه‌های زیرزمینی هستند. تانک‌ها مزایایی، به‌عنوان مثال هزینه‌های برق واحد پایین دارند، زیرا آن‌ها می‌توانند در خلال زمان خاموش شدن نیروی برق پر شوند و آب می‌تواند به صورت ثقلی در طول ساعات اوج مصرف برق حداکثر تحویل داده شود.

1- Aesthetic

### ۸-۲-۴ بازیابی و ذخیره‌سازی آبخوان

آب بازیافتی می‌تواند برای منابع غیرشرب، مانند آبیاری و بازسازی اکوسیستم، همچنین در آبخوان‌های غیرشرب ذخیره شود، زمانی که کیفیت بیشتر آب بازیافتی باید ملاحظات آبخوان را رعایت کند. آبخوان‌ها برای ذخیره‌سازی آب بازیافتی نمی‌توانند به طور مستقیم (بدون تصفیه تکمیلی) به‌عنوان یک منبع آب شرب استفاده شوند. مهم است که مطمئن شوید که آبخوان‌ها با آبخوان آب شرب ارتباطی نداشته باشند. زمانی که موقعیت‌های ذخیره‌سازی و شرایط محل، پیچیده باشد، مسائل هیدروژئولوژیکی بهتر است مورد توجه قرار گیرد و اقدامات احتیاطی بهتر است جهت پیشگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی، پتانسیل ایجاد رهاسازی ترکیبات مضر طبیعی مانند آرسنیک و ارتباطات بالقوه با آب‌های زیرزمینی مورد استفاده برای تامین آب شرب در نظر گرفته شود. در هر مورد، شرایط ویژه بهتر است مدنظر قرار گیرد (به منابع [22]، [23]، [24] و [25] کتاب‌نامه مراجعه شود).

**یادآوری**- برای ذخیره و احیا آبخوان، مهم است که کسانی که از آب از آبخوان استفاده می‌کنند آگاه باشند که هم قبل از اینکه تخلیه آبخوان انجام گیرد، استانداردهای کیفیت وِیژه مورد توافق قرار گیرند و هم فرایندهای پایش/تصفیه مناسب می‌تواند در محل در نقطه استفاده قرار داده شوند.

### ۸-۳ ملاحظات ذخیره‌سازی

بسته به اهداف، ملاحظات ذخیره‌سازی می‌تواند به عملیاتی و فصلی رده‌بندی شود. این جنبه‌ها بهتر است در طراحی تانک ذخیره در نظر گرفته شود و ممکن است تأثیر قابل توجهی بر هزینه سرمایه‌ای سامانه داشته باشد.

ذخیره‌سازی عملیاتی بهتر است برای جابجایی روزانه یا نوسانات موقت جریان استفاده شود:

- ورودی و خروجی جریان آب بازیافتی را از طریق سامانه متعادل کند،
- ذخیره‌سازی اضطراری برای نگه‌داری، تصفیه مجدد، یا دفع آب تصفیه شده بازیافتی غیرقابل پذیرش، و
- اجازه تخلیه مناسب و کنترل شده به محیط زیست را بدهد.

امکاناتی مانند مخازن یا آبگیرها، باز یا سرپوشیده، می‌توانند برای ذخیره‌سازی عملیاتی مورد استفاده قرار گیرند. به‌طور خاص، پوشش‌های فولادی ساختاری یا انعطاف‌پذیر برای تانک‌های بتن توصیه می‌شود. مخازن پلاستیکی کم‌هزینه اغلب برای سامانه‌های ذخیره‌سازی کوچک استفاده می‌شود.

ذخیره‌سازی فصلی برای موارد زیر استفاده می‌شود:

- نگه‌داشتن آب بازیافتی اضافی در طول یک دوره ویژه کم‌شدن تقاضا یا حجم بالا منبع آبی، برای مثال مواقع باران یا حصول فصول بارانی؛
- حصول اطمینان از این که آب کافی برای پاسخ به تقاضای اوج مصرف در دسترس است؛
- استفاده از آب بازیافتی دردسترس را به حداکثر رساند، و

– ذخیره‌سازی طولانی مدت را فراهم کند.

یک سامانه بزرگ استفاده از پساب می‌تواند شامل بیش از یک امکانات ذخیره‌سازی فصلی باشد.

در هنگام انتخاب محل ذخیره‌سازی بهینه بهتر است عوامل متعددی، از جمله شرایط هیدرولیکی و هیدرولوژیکی، نزدیکی به کاربران، استفاده نهایی از آب و کیفیت آب مرتبط، دسترسی به زمین، منطقه‌بندی، توپوگرافی، دسترسی به محل، شرایط خاک، خطرات و ساخت‌وساز، را در نظر گرفت. آب استفاده مجدد شده نیز ممکن است در امکانات تاسیسات زیربنایی، مانند نقطه توزیع یا در مکان مشخص شده توسط مشتری ذخیره شود. آبگیرهای پوشش خاکی به‌طور معمول برای ذخیره‌سازی فصلی بلندمدت استفاده می‌شود.

### ۸-۴ ملاحظات اندازه امکانات ذخیره‌سازی و گردش آب

ملاحظات حجم ذخیره‌سازی به طور کلی می‌تواند از مجموع میانگین استفاده روزانه (تقاضای اوج و خاموشی)، از اطفاء حریق و/یا سایر ملاحظات اضطراری، ظرفیت جبران نگهداشت یا شکستگی لوله و ظرفیت تکمیلی برای تقاضای آتی تخمین زده شود. عوامل دیگر نیز بهتر است مورد توجه قرار گیرند، از جمله نوع کاربران، تقاضای بالقوه اوج (روزانه و فصلی) و نوسانات، پتانسیل برای نقطه اوج همزمان، فشار تحویل آب، سرعت جریان، زمان تقسیم استفاده آب جهت استفاده نهایی، مدت زمان قابل قبول وقفه در خدمات‌رسانی و در دسترس بودن منابع دیگر است.

همچنان که تقاضای اوج پاسخ داده می‌شود، حجم گردش در امکانات ذخیره‌سازی بهتر است در دیگر زمان‌های کاهش تقاضا کافی باشد. آب استفاده نشده می‌تواند راکد شود و به علت تخمیر مواد آلی و رسوبات می‌تواند طعم‌ها و بوهای ناخواسته را ایجاد کند. در هوای سرد که گردش آب ناکافی است، ممکن است انجماد رخ دهد. یک سامانه گردش آب یا چرخش مجدد ممکن است مسئله گردش آب را حل کند.

### ۸-۵ کنترل کیفیت آب

فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی (همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است) همچنین آلودگی خارجی ممکن است موجب کاهش کیفیت آب بازیافتی شود.

**جدول ۱- مشکلات معمول کیفیت آب در ارتباط با ذخیره‌سازی آب جهت استفاده از پساب**

| مسائل فیزیکی | مسائل شیمیایی | مسائل بیولوژیکی |
|---|---|---|
| دما | pH و تغییرات قلیایی | رشد جلبکی |
| کدورت | آلاینده‌های شیمیایی | رشد دوباره میکروبی |
| ذرات معلق | تشکیل مشتقات ثانویه گندزدا | تغذیه |
| ویژگی‌های ظاهری (بو، رنگ، کدورت) | طعم و بو | آلودگی میکروبی |
| **یادآوری**- توجه داشته باشید از آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده (EPA (2012 اقتباس شده است. | | |

میان مسائل مربوط به کیفیت آب با هم ارتباط وجود دارد. کنترل کیفیت آب بهتر است براساس ارزشیابی ایمنی با استفاده از پساب متناسب با هدف و مطابق با استفاده نهایی باشد. راهبردهای مدیریتی مانند کنترل منبع و/یا کاهش خطر از طریق حذف مواد مغذی، مدیریت کدورت، مدیریت کلر باقی‌مانده، محدود کردن منابع نور و محدودیت‌های هیدرولیکی زمان نگه‌داری، بهتر است پیاده‌سازی شود. کنترل موثر جلبکی می‌تواند از طریق جلوگیری از لایه‌بندی تانک (مخلوط‌کردن لایه‌های آب)، کنترل مواد مغذی، تصفیه شیمیایی یا نصب صفحات مش مشبک در خروجی مخزن یا تصفیه فراصوتی حاصل شود. در صورت استفاده از تانک ذخیره آب، شوری بهتر است کنترل شود. برای حفظ کیفیت آب بازیافت‌شده در نقطه استفاده بهتر است تصفیه‌های تکمیلی شامل کلرزنی دوباره انجام شود.

### ۸-۶ ملاحظات ویژه برای مخازن ذخیره روباز

#### ۸-۶-۱ کلیات

نگرانی‌های عمده در مورد تبخیر و کیفیت آب مربوط به امکانات ذخیره روباز مانند مخازن و آبگیرهای سطحی وجود دارد.

#### ۸-۶-۲ تبخیر

تبخیر مناسب می‌تواند از تاسیسات ذخیره‌سازی روباز رخ دهد. سطح منطقه بزرگتر به ازای هر واحد حجم امکانات، باعث از دست دادن بیشتر در قالب تبخیر می‌شود. از دست دادن آب از طریق تبخیر بهتر است محاسبه شده و در برآورد اندازه امکانات ذخیره، محاسبه و وارد شود. همچنین از دست دادن آب، در قالب

تبخیر طولانی‌مدت می‌تواند منجر به افزایش شوری آب بازیافتی شود. جبران از بارش مستقیم یا سایر منابع ممکن است بخش از دست رفته به صورت تبخیر را جبران کند.

### ۸-۶-۳ کنترل کیفیت آب

سامانه‌های ذخیره‌سازی روباز با ریسک بالای افت کیفیت آب شناسایی می‌شوند. کیفیت آب می‌تواند تحت تاثیر آلاینده‌های خارجی، از قبیل فضولات پرندگان و دیگر حیوانات و میکروارگانیسم‌ها از گرد و غبار همراه با باد و بقایای آن، مواد آلی، شکوفایی جلبکی، رشد میکروجلبک‌ها و جریان‌های سطحی کنترل‌نشده باشد. توجه ویژه بهتر است به رشد جلبک‌ها و آلودگی عوامل بیماری‌زای خارجی (به‌عنوان مثال پرندگان و سایر آلودگی‌های ویروسی توسط پرندگان) باشد. به همین علت، تانک‌های بسته برای تمام استفاده‌های شهری با ریسک بالای سلامتی (دارای پتانسیل تماس مستقیم با آب بازیافتی) توصیه می‌شود.

راهبردهای مدیریت مناسب بهتر است برای جلوگیری از افت کیفیت آب اجرا شود (به‌عنوان مثال شرایط بی‌هوازی ممکن است در تانک‌های بسته توسعه یابد) یا برای اطمینان از تصفیه تکمیلی قبل از توزیع است.

### ۸-۶-۴ امکانات بعد از تصفیه

اگر کیفیت آب بازیافتی در طول ذخیره‌سازی مخازن روباز، کاهش یابد، بسته به اهداف کیفیت آب و ملاحظات خاص، بهتر است تصفیه‌های بعدی انجام شود. رویکردهای تصفیه بعدی ممکن است شامل یک یا چند گزینه زیر باشد:

**الف**- امکانات فیلتراسیون مانند فیلترها یا تالاب‌های مصنوعی برای خالص‌سازی آب بازیافتی؛

**ب**- کنترل زمان نگه‌داری هیدرولیکی یا سایر روش‌ها و تجهیزات برای جلوگیری از رشد جلبکی بیش از اندازه (مانند فناوری فراصوتی)؛

**پ**- سامانه‌های اختلاط (لایه‌ها) برای حفظ همگنی آب بازیافتی؛

**ت**- کلرزنی مجدد جهت حصول اطمینان از گندزدایی تکمیلی و حفظ کلر باقی‌مانده در سامانه‌های ذخیره‌سازی و توزیع.

## ۹ سامانه انتقال و توزیع آب بازیافتی

### ۹-۱ کلیات

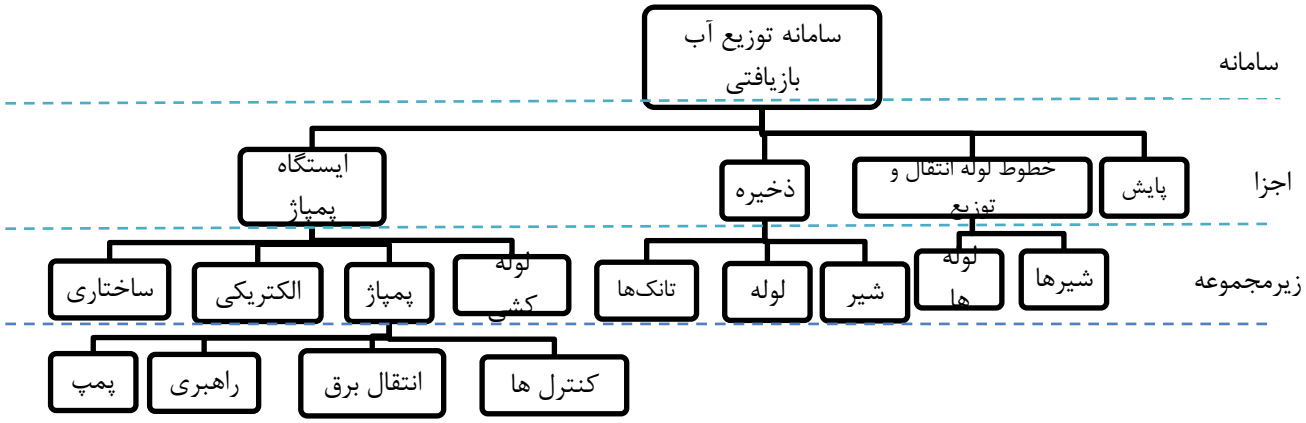
طراحی یک سامانه انتقال و توزیع آب بازیافتی بهتر است اجزای سامانه، مدل‌های تأمین، مواد لوله، شناسایی رنگ و علائم و همچنین کنترل کیفیت آب را در نظر بگیرد (به منابع [26]، [27] و [28] کتاب‌نامه مراجعه شود). به طرق مختلف، طراحی یک سامانه توزیع آب بازیافتی مشابه یک سامانه توزیع آب شرب است، زیرا

کیفیت و کمّیت آب بهتر است استانداردهای ایمنی و اطمینان‌پذیری بالا را پاسخگو باشد. تفاوت عمده بین طراحی سامانه توزیع آب بازیافتی و یک سامانه توزیع آب شرب شامل مدیریت تقاضا و ملاحظات ویژه برای کنترل تداخلات ارتباطی (بین انواع آب‌ها) می‌باشد.

## ۹-۲ اجزا و مدل‌های سامانه توزیع

### ۹-۲-۱ اجزا

اجزای اصلی یک سامانه توزیع استفاده از پساب بهتر است شامل ایستگاه‌های پمپاژ، خطوط لوله ذخیره و انتقال و توزیع (همان‌طور که در شکل ۶ نشان داده شده است) باشد. ذخیره‌سازی توزیع در زیربند ۹-۴ مورد بحث قرار گرفته است.




**شکل ۶- مثالی از اجزای سامانه یک سامانه توزیع آب استفاده مجدد**

### ۹-۲-۲ مدل‌ها

در مناطق شهری معمولا «سامانه توزیع دوگانه» پیاده‌سازی می‌شود که به صورت دو سامانه لوله‌کشی آب مجزاست که آب را به کاربران توزیع می‌کنند، یکی از آن‌ها حمل آب شرب و دیگری انتقال آب بازیافتی با اهداف غیرشرب اشاره دارد. سامانه توزیع آب استفاده مجدد یک سامانه جداگانه و/یا به صورت موازی با سامانه توزیع آب شرب است.

در مناطق توسعه یافته، جایی که یک سامانه توزیع آب شرب موجود بهره‌برداری می‌شود، مسائل تکمیل‌شده بهتر است در طرح‌ریزی بعدی، طراحی و ساخت سامانه‌های توزیع آب بازیافتی اشاره شود.

در مناطق تازه توسعه یافته، طرح‌ریزی یکپارچه، طراحی و ساخت سامانه‌های توزیع آب شرب و آب بازیافتی، در زمینه‌های مدیریت منابع آب و صرفه‌جویی در هزینه‌ها، مزیت‌هایی دارد.

### ۹-۲-۳ اصول طراحی

اصول ایمنی، اطمینان‌پذیری، پایداری و پایایی اقتصادی بهتر است در طراحی سامانه توزیع استفاده از پساب استفاده شود.

برای دغدغه‌های ایمنی آب، پیشگیری از تداخلات آبی، استفاده نادرست از آب بازیافتی و بهره‌برداری نامناسب سامانه، ملاحظات مهم در طراحی هر سامانه توزیع استفاده از پساب است. اقدامات حفاظتی را می‌توان برای برآوردن جنبه‌های خاصی از زیرساخت، کاربر و مرجع ذی‌صلاح قانونی تنظیم کرد.

اطمینان‌پذیری یک سامانه توزیع استفاده از پساب معمولا به اندازه یک سامانه توزیع آب شرب نیست. در بسیاری از موارد (به‌عنوان مثال هنگام استفاده از ذخایر واسط (میانی))، سامانه توزیع آب بازیافتی می‌تواند وقفه‌ها (به‌عنوان مثال چند ساعت یا یک روز) را بدون آسیب ناخوشایند ناشی از آن تحمل کند. توافقنامه‌های خدماتی با کاربران ممکن است شامل مفادی مربوط به مدت زمان قابل قبول وقفه خدمات باشد.

درخصوص دغدغه‌های پایداری سامانه، آب بازیافتی در سامانه توزیع بهتر است از آلودگی میکروبی و/یا شیمیایی محافظت شود. نمونه‌برداری دوره‌ای از آب سامانه توزیع و آنالیز آن توصیه می‌شود.

برای مسائل اقتصادی، اثربخشی هزینه‌ای سامانه توزیع آب بازیافتی بهتر است آنالیز شود. هزینه‌های اولیه سرمایه‌گذاری برای طراحی، ساخت و توسعه سامانه و هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداشت (به‌عنوان مثال هزینه‌های اندازه‌گیری، اقدامات کنترل تداخلات آبی و ترمیم لوله‌ها، بررسی و بازرسی طرح) می‌تواند مورد ارزشیابی قرار گیرد.

برای نگرانی‌های محیط زیستی، ممکن است تأثیرات بالقوه سامانه انتقال و توزیع آب بازیافتی بر روی محیط، اکوسیستم، کیفیت هوا، میزان نوفه و کیفیت و کمّیت آب زیرزمینی و سطحی می‌تواند به شمار آید.

## ۹-۳ ایستگاه‌های پمپاژ

### ۹-۳-۱ کلیات

ایستگاه‌های پمپاژ بهتر است جهت حصول اطمینان از اینکه سامانه توزیع برای رسیدن به گستره فشارهای تحویل و سرعت جریان تامین به اندازه کافی قابل اطمینان است، طراحی شوند. اگر سامانه برای خدمت‌رسانی به تمام مشتریان از یک مکان مرکزی، ترکیبی از ذخیره‌سازی در ارتفاع، ذخیره‌سازی روی زمین و ایستگاه پمپاژهای تقویت‌کننده باشد، بهتر است برای حفظ فشار سامانه و سرعت جریان مورد استفاده قرار گیرد. به‌علاوه، طراحی یک ایستگاه پمپاژ می‌تواند توسعه احتمالی را در نظر بگیرد. بنابراین، بهتر است فضای مناسب برای پمپ‌ها و تجهیزات تکمیلی فراهم شود.

### ۹-۳-۲ فشار تحویل انتقال آب بازیافتی

برای تحقق نیازهای مشتری در منطقه خدمات بهتر است فشار مکفی تحویلی سامانه حفظ شود. در هنگام تعیین حداقل و حداکثر فشارهای تحویلی بهتر است عوامل متعددی در نظر گرفته شود مانند نوع استفاده نهایی، تقاضای استفاده نهایی، تقاضای اوج (پیک مصرف)، محدودیت نوع ماده لوله و افت فشار در بین منبع آب و نقطه مصرف است.

تقاضاهای اوج و گستره وسیع در ملاحظات فشار به این معنی است که حفظ فشار ثابت تحویلی دشوار می‌باشد. در این شرایط، ممکن است لازم باشد که انتقال آب به کاربران بهینه شده و ذخیره‌سازی در محل برای کاربران بزرگ فراهم شود.

برای ارائه سطح تکمیلی ایمنی، توصیه می‌شود، ضمن حفظ قابلیت استفاده برای محدود کردن ریسک آلودگی آب شرب از اتصالات غیرمجاز، شبکه توزیع آب مجدد استفاده شده در فشار کاری کمتر از سامانه شرب باشد.

### ۹-۳-۳ سرعت جریان آب بازیافتی

حداقل و حداکثر سرعت‌های جریان و افت هد[1] آب، هنگام طراحی سامانه‌های توزیع آب بازیافتی، بهتر است با دقت ارزشیابی شود. سرعت جریان به‌طور عمده بستگی به کمّیت آب بازیافتی تولیدی، تقاضای مصرف و ظرفیت تنظیم دارد.

## ۹-۴ سامانه‌های توزیع آب بازیافتی

### ۹-۴-۱ اجتناب از شرایط راکدشدن آب

در حالت ایده‌آل، در صورت امکان، سامانه‌های توزیع آب بازیافتی بهتر است به‌منظور به حداقل رساندن پتانسیل شرایط راکد شدن آب که ممکن است در یک شبکه شاخه‌ای رخ دهد، به یکدیگر حلقه[2] شوند. شبکه توزیع اولیه بهتر است آب بازیافتی را با ایمنی و اطمینان‌پذیری به مشتریان توزیع کند. به‌منظور اجتناب از تغییرات کیفیت بالقوه آب به علت زمان نگه‌داری هیدرولیکی بالا، رشد دوباره باکتری و خوردگی خطوط لوله، در صورت امکان از لوله‌های بن بست بهتر است اجتناب شود و یا استفاده از آن به حداقل رسانده شود (از جمله درون ساختمان‌ها). در شرایط ماند آبی، باقی‌مانده‌های کلر ممکن است برای نگهداشت دشوار باشد و اکسیژن می‌تواند با تولید بالقوه بو از دست داده شود. از این رو، برای مقابله با این شرایط می‌توان برخی اقدامات را انجام داد (به‌عنوان مثال می‌توان شیر ضربه‌ای[3] نصب کرد که می‌تواند به صورت دوره‌ای باز شود تا تخلیه یا شستشوی خط لوله برای نگهداشت یا بازرسی انجام شود). در هنگام طراحی یک سامانه توزیع اثربخش، نیازها و هزینه‌های آینده بهتر است در نظر گرفته شود.

---

1- Head
2- Loop
3- Blow-off

### ۹-۴-۲ جانمایی و مواد خطوط لوله

یک شبکه توزیع به‌طور معمول شامل یک یا تعداد بیشتری خطوط لوله اصلی و چندین خط فرعی است که تحویل آب بازیافتی برای کاربرد نهایی را تضمین می‌کند. دانستن مکان استفاده‌های عمده نهایی و توزیع فضایی آن‌ها در یک جامعه، معیار اصلی طراحی مسیرهای خطوط لوله است. لوله اصلی بهتر است در مکانی ساخته شود که هم امکان اتصال به خط لوله در آینده و هم کاربران بزرگ شناسایی پیشین را بدهد. شبکه‌های آب شرب بهتر است محافظت شوند و در هنگام قرارگیری موازی با لوله‌های آب بازیافتی یا فاضلاب، بهتر است بالا بوده و جداسازی افقی کافی داشته باشند. علاوه‌براین، خطوط آب بازیافتی بهتر است با جداسازی کافی عمودی و افقی با لوله‌کشی فاضلاب طراحی شوند.

هنگام انتخاب ماده خط لوله، عوامل مختلفی مانند کیفیت آب بازیافتی، فشار، جریان‌های آبی، شرایط زمین‌شناسی و امکان‌سنجی فنی و اقتصادی، بهتر است مورد توجه قرار گیرد. عوارض جانبی برخی از مواد شیمیایی مانند کلر روی مواد تشکیل‌دهنده خط لوله بهتر است در نظر گرفته شود. ماده خط لوله مورد استفاده در سامانه‌های توزیع آب بازیافتی عبارتند از چدن نشکن، فولاد، پلی‌وینیل‌کلراید[1]، پلی‌اتیلن با چگالی بالا (HDPE)[2] و پلی‌استر تقویت‌شده با رشته‌های شیشه (GRP)[3].

### ۹-۴-۳ کیفیت آب در سامانه‌های توزیع

برای حفظ کیفیت بالای آب بازیافتی، کلر به‌عنوان یک ماده گندزدای باقی‌مانده برای کنترل رشد زیست‌لایه در سامانه‌های توزیع استفاده می‌شود. سطح کلر باقی‌مانده به‌وسیله زمان ماندن آب بازیافتی در سامانه توزیع و تقاضای کلر آب بازیافتی تعیین می‌شود. کلرزنی مجدد بهتر است در مراحل ذخیره‌سازی میانی و ایستگاه‌های پمپاژ تقویت‌کننده در نظر گرفته شود تا سطح مطلوب کلر باقی‌مانده تا نقطه کاربرد حفظ شود. اگر آب بازیافتی به‌منظور افزایش جریان آب به یک نهر تخلیه شد، توجه به کلرزدایی آن تا قبل از رها شدن آب، برای حفاظت از محیط زیست آبزیان یا در نظر گرفتن فناوری‌های میکروب‌زدای جایگزین (به‌عنوان مثال، تابش ازن، تابش اشعه ماوراء بنفش، سولفات مس، اسید پراستیک و پاستوریزاسیون[4]) برای جلوگیری از تولید بالقوه مشتقات مواد گندزدا و کاهش سمیت جهت آبزیان ضروری است. همچنین زمانی که آب تصفیه‌شده برای تمیز کردن خیابان استفاده می‌شود بهتر است تاثیرات محیط زیستی بالقوه در نظر گرفته شده باشد.

### ۹-۴-۴ سامانه‌های کدگذاری رنگ، علائم و برچسب‌های آب

اتصالات مستقیم فیزیکی بدون حفاظت بین یک سامانه توزیع آب بازیافتی غیرشرب و سایر سامانه‌های تاسیسات، از جمله سامانه‌های تامین آب شرب و سامانه‌های فاضلاب یا آبریز، مجاز نیست. اقدامات موثر بهتر

1- Polyvinyl Chloride
2- High-density Polyethylene
3- Glass-fibre Reinforced Polyester
4- Pasteurization

است برای جلوگیری از تداخل و جریان برگشتی از شبکه غیرشرب آب بازیافتی به سامانه‌های توزیع آب شرب انجام شود.

خطوط لوله برای توزیع آب بازیافتی غیرقابل آشامیدن بهتر است به صورت متفاوت از خطوط لوله استفاده‌شده برای آب شرب شناسایی شوند. برای مثال بعضی از مراجع عناصر توزیع آب غیر قابل آشامیدن را با رنگ بنفش رنگ‌آمیزی یا برچسب‌گذاری می‌کنند. شناسایی می‌تواند به وسیله رنگ‌آمیزی، برچسب‌گذاری یا بسته‌بندی به گونه‌ای مناسب اعمال شود. اجزای روی سطح زمین مانند شیرها و مجاری خطوط لوله نیز بهتر است به طور مناسبی نشانه‌گذاری و برچسب‌گذاری شوند تا نشان دهند که برای آب بازیافتی غیر قابل آشامیدن به کار برده شده‌اند. ملزومات مدفون نیز بهتر است به درستی شناسایی شود. پوشش شیرهایی که در سطح قابل مشاهده هستند می‌توانند رنگ‌آمیزی و برچسب‌گذاری شوند تا نشان دهندهٔ تامین آب شرب غیرقابل آشامیدن باشد.

استفاده از رنگ‌ها یا چسب‌ها به‌عنوان یک عامل تثبیت‌کننده برای برچسب‌ها می‌تواند لوله/اتصالات پلاستیکی یا کیفیت مایعات را از طریق نفوذ (به عنوان مثال برچسب‌گذاری) تحت تاثیر قرار دهد. در این موارد، مشاوره از تولیدکننده لوله پلاستیکی بهتر است برای تعیین مناسب بودن هرگونه رنگ یا ترکیبات قابل الصاق دنبال شود.

### ۹-۴-۵ اتصالات خدمات‌رسانی و محل‌های کاربر

وقتی سامانه استفاده مجدد (آب) برای ارائه خدمات به چندین کاربر باشد، بهتر است جزئیات اتصال به خدمات‌رسانی استاندارد را در نظر گرفت. این ممکن است شامل سامانه‌های کدگذاری رنگ، علائم و برچسب‌های آب باشد؛ یا حفاظت از جریان برگشتی مناسب زمانی که تامین آب جایگزین یا مکمل بهتر است در محل‌های کاربران یک سامانه آب شرب نصب شود تا از آلودگی متقابل جلوگیری شود.

## ۱۰ سامانه پایش

### ۱۰-۱ کلیات

آب بازیافتی برای اطمینان از ایمنی، اطمینان‌پذیری، کارایی مدیریتی و پایداری سامانه استفاده از پساب بهتر است پایش شود. سامانه پایش ممکن است شامل پایش جریان و پایش کیفیت آب باشد و بهتر است براساس ارزشیابی ایمنی مطابق با استفاده‌های مورد نظر، یا به عبارت دیگر «متناسب با هدف» (به استاندارد ISO 20761 مراجعه شود)، طراحی شود. پایش کیفیت آب راهبرد مدیریتی کلیدی برای عملکرد سامانه کنترلی و محدودکردن ریسک‌ها می‌باشد.

جهت آدرس‌دهی، سامانه پایش بهتر است شامل پارامترهایی باشد که مربوط به پایش و کنترل عملیاتی هستند. به‌عنوان مثال، pH، BOD، COD، TSS، کدورت، کلر باقی‌مانده، مواد مغذی، سمیت، هدایت الکتریکی و میکروارگانیسم‌های شاخص زیستی به طور معمول برای بررسی کیفیت آب بازیافتی استفاده

می‌شود. انتخاب پارامترهای پایش کیفیت آب بسته به ویژگی‌های فردی هر یک از سامانه‌ها دارد. علاوه بر این، معیارهای تعریف شده صحیح و دفعات پایش بهتر است برای هر پارامتر به طور مداوم برای رسیدن به کیفیت آب بازیافتی و اهداف استفاده مجدد برقرار شود. اگر کیفیت آب و اهداف استفاده مجدد محقق نشد، اقدامات مناسب بهتر است انجام شود.

### ۱۰-۲ امکانات و مکان‌های پایش

ایستگاه‌های پایش بهتر است در مکان‌های کلیدی در سراسر سامانه استفاده از پساب استقرار یابند، که بتوان از آن نمونه‌های آب به صورت دوره‌ای برای آنالیز آزمایشگاهی جمع‌آوری شوند. امکانات پایش برخط با سامانه‌های هشدار، حسگرهای برخط، فشارسنج‌ها و کنترل‌های خودکار توصیه می‌شود که برای کاربردهای از پساب با ریسک سلامت بالا (پتانسیل تماس مستقیم با آب بازیافتی) نصب شوند تا داده‌های زمان واقعی در ارتباط با عملکرد سامانه را فراهم کنند.
به‌عنوان یک قاعده کلی، پایش برخط و نمونه‌بردارهای آب مجهز، خودکار و انواع یخچالی، در خروجی تصفیه‌خانه‌های آب بازیافتی نصب شده‌اند.

### ۱۰-۳ پایش منبع آب خام

پایش برخط و سامانه‌های هشداردهنده سریع نیز می‌تواند برای پایش بر کیفیت منبع آب خام (به‌عنوان مثال پساب‌های خروجی ثانویه) و جریان آب نصب شود. به خصوص، سمیت فاضلاب شهری که شامل ورودی‌های بالا از صنایع و بیمارستان‌ها است، بهتر است با دقت پایش و کنترل شود. پایش با دفعات بیشتر و نگه‌داری ذخیره امن هنگامی‌که کیفیت و کمّیت منبع آب به میزان قابل توجهی تغییر می‌کند یا اگر کیفیت منبع به ویژه پایین باشد، ضروری است.

### ۱۰-۴ پایش و کنترل امکانات تصفیه

عملکرد امکانات تصفیه بهتر است پایش شوند تا اطمینان حاصل شود که کارایی عملیاتی فرایندهای تصفیه و کیفیت آب پساب خروجی مطابق با اهداف موردنظر است. پایش برخط ، هشدارها و سامانه‌های کنترل بهتر است برای تشخیص نقص فرایندی (به‌عنوان مثال آزمون‌های یکپارچگی غشا، دز[1] گندزدا و غیره) ایجاد شود. ابزارهای پایش کیفیت آب برخط همچنین می‌تواند در واحدهای کلیدی تصفیه و خروجی امکانات بازیافت آب نصب شود.

وسایل نمونه‌گیری آب بهتر است در ورودی‌ها و خروجی‌های امکانات بازیافت آب برای پایش منظم و آنالیز کیفیت آب بازیافتی تنظیم شوند. علاوه بر فرایندهای کلیدی تصفیه در موارد ریسک بالا برای سلامتی یا عدم انطباق آب تولیدی بازیافتی، پایش تکمیلی دوره‌ای توصیه می‌شود.

1- Dosage

### ۱۰-۵ پایش توزیع

فشار آب، نرخ جریان و کلر باقی‌مانده بهتر است در سامانه توزیع پایش شود. در صورت امکان بهتر است از تجهیزات برخط استفاده شود. نمونه‌برداری دوره‌ای و آنالیز آب توزیع شده به ویژه برای میکروارگانیسم های شاخص توصیه می‌شود.

### ۱۰-۶ پایش ذخیره‌سازی

کیفیت آب در سامانه‌های ذخیره‌سازی نیز بهتر است به صورت دوره‌ای پایش شود. پارامترهای پایش توصیه شده عبارتند از: دما، pH، کدورت، هدایت الکتریکی یا کل مواد جامد محلول (TDS)، کلر باقی‌مانده و میکروارگانیسم‌های شاخص (به‌عنوان مثال کلیفرم).

### ۱۰-۷ پایش در محل کاربر

برنامه‌های پایش بر کیفیت آب بهتر است در محل‌های کاربر ایجاد شوند تا اطمینان حاصل شود که سلامت انسان حفظ می‌شود، به ویژه برای برنامه‌های کاربردهای استفاده مجدد با ریسک بالای تماس مستقیم و در موارد ملاحظات سختگیرانه ملاحظات پایش می‌تواند بر اساس مورد به مورد تفاوت قابل توجهی داشته باشد. قبل از اتصال، محل‌های کاربر بهتر است از نظر سازگاری بررسی شوند که در مواردی که هیچ اتصالی متقابلی که بتواند در محل کاربر نهایی منجر به آلودگی شود، وجود نداشته باشد. کاربران بهتر است یک طرح مدیریتی در محل که شامل اینکه تنها بهره‌برداران دارای صلاحیت آموزش دیده مجاز به کار در سامانه استفاده از پساب باشند در نظر بگیرند.

## ۱۱ طرح واکنش در شرایط اضطراری

طرح‌های واکنش اضطراری بهتر است برای پاسخگویی و به حداقل رساندن اثرات رخدادها یا شرایط اضطراری که ممکن است کیفیت آب بازیافتی را از بین ببرند، مانند شرایط بد آب و هوایی، بلایای طبیعی، نقص فرایند، اتصالات تصادفی و شیوع بیماری در محل قرار گیرند. رویه‌های توسعه یک طرح پاسخ اضطراری بهتر است شامل موارد زیر باشد:

- ارتباطات بین تمام آژانس‌های مرتبط و/یا مقامات محلی برای تعریف رخدادهای احتمالی و شرایط اضطراری؛
- توسعه یک طرح پاسخ اضطراری و رویه‌های مستند مرتبط. یک رویه ارزیابی ریسک می‌تواند برای شناسایی نقاط بحرانی، شرایط بالقوه ریسک و بهترین گزینه‌های مدیریت برای کاهش سطوح ریسک استفاده شود، (به استاندارد ISO 20426 مراجعه شود).
- بررسی منظم طرح‌های واکنش اضطراری؛

– به‌روزرسانی منظم طرح.

مناطق کلیدی که بهتر است در برنامه‌های واکنش رخدادها و شرایط اضطراری مورد توجه قرار گیرند، عبارتند از:

– توافقنامه‌های پیشنهادی توسط آژانس‌های پیشرو و/یا مقامات محلی برای تصمیم‌گیری در مورد تاثیرات بالقوه سلامت و یا محیط زیستی؛

– اقدامات واکنش، مانند افزایش در دفعات پایش؛

– تامین منابع آب جایگزین؛

– پروتکل‌های ارتباطی و راهبردها، از جمله رویه‌های اطلاع‌رسانی؛

– سازوکارهایی برای پایش بیشتر سلامت و محیط‌زیستی.

بهتر است مستندسازی و گزارش‌دهی مناسب رخداد یا شرایط اضطراری نیز ایجاد شود. مهندسین و بهره‌برداران بهتر است از هر حادثه‌ای تا حد ممکن درس‌آموزی داشته باشند تا اقدامات پیشگیرانه و طرح‌ریزی اقدامات اصلاحی برای موارد نقصان دیگر را بهبود بخشد.

## کتاب‌نامه

[1] ISO 20760-2, Water reuse in urban areas — Guidelines for centralized water reuse system — Part II: management of a centralized water reuse system

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲- ۶۵۷۱: سال۱۳۹۹، استفاده از پساب در مناطق شهری- سامانه متمرکز استفاده از پساب- قسمت ۲: مدیریت سامانه متمرکز استفاده از پساب- راهنما با استفاده از استاندارد ISO 20760-2: 2017 تدوین شده است.

[2] ISO 20761, Water reuse in urban areas — Guidelines for water reuse safety evaluation: Assessment parameters and methods

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۰۵۹۶: سال۱۳۹۸، استفاده از پساب در مناطق شهری– راهنمایی‌هایی برای ارزشیابی ایمنی استفاده از پساب– پارامترها و روش‌های ارزیابی، با استفاده از استاندارد ISO 20761: 2018 تدوین شده است.

[3] ISO 20468-1, Guidelines for performance evaluation of treatment technologies for water reuse systems — Part 1: General

[4] ISO 16075-1, Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects — Part 1: The basis of a reuse project for irrigation

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران ۱-۲۱۸۷۶: سال ۱۳۹۵، طرح‌های استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در آبیاری- قسمت ۱: مبانی طرح استفاده مجدد برای آبیاری- راهنما، با استفاده از استاندارد ISO 16075-1: 2015 تدوین شده است.

[5] ISO 16075-2, Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects — Part 2: Development of the project

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران ۲-۲۱۸۷۶: سال ۱۳۹۵، طرح‌های استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در آبیاری- قسمت ۲: توسعه طرح- راهنما، با استفاده از استاندارد ISO 16075-2: 2015 تدوین شده است.

[6] ISO 16075-3, Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects — Part 3: Components of a reuse project for irrigation

**یادآوری**-استاندارد ملی ایران ۳-۲۱۸۷۶: سال ۱۳۹۵، طرح های استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در آبیاری- قسمت ۳: اجزا طرح استفاده مجدد برای آبیاری- راهنما، با استفاده از استاندارد ISO 16075-3: 2015 تدوین شده است.

[7] ISO 16075-4, Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects — Part 4: Monitoring

[8] ISO 20426, Risk and performance evaluation of water reuse systems — Guidelines for health risk assessment and treatment for water reuse

**یادآوری**-استاندارد ملی ایران ۱۸۹۰۰: سال ۱۳۹۸، محافظت از اب اشامیدنی در تاسیسات ابی در برابر الودگی و الزامات کلی تجهیزات برای جلوگیری از الودگی توسط جریان برگشتی با استفاده از استاندارد ISO 20426: 2018 تدوین شده است.

[9] EN 1717, Protection against pollution of potable water in water installations and general requirements of devices to prevent pollution by backflow, 2000

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران ۱۶۷۲۶: سال ۱۳۹۱، محافظت از آب آشامیدنی در تاسیسات آبی در برابر آلودگی و الزامات کلی تجهیزات برای جلوگیری از آلودگی توسط جریان برگشتی با استفاده از استاندارد BS EN 1717: 2009 تدوین شده است.


[10] GWA (Government of Western Australia). Draft guidelines for the use of recycled water in Western Australia, Perth, Australia, 2009

[11] WateReuse Association (WRA). Manual of Practice, How to Develop a Water Reuse Program. WateReuse Association. Alexandria, VA, 2009

[12] DNRW (Department of Natural Resources and Water). Water quality guidelines for recycled water schemes. Office of the Water Supply Regulator, Brisbane, Australia, 2013

[13] LAZAROVA V., ASANO T., BAHRI A., ANDERSON J. Milestones in water reuse: the best success stories. IWA Publishing, London, UK, 2013, pp. 1–375

[14] Ministry of Housing and Urban-Rural Development (MOHURD). Guideline for the reclaimed water application in urban areas, Beijing, China, 2013

[15] NRMMC-EPHC-AHMC. Australian guidelines for water recycling: Managing health and environmental risks, Phase 1. Canberra, Australia, 2006

[16] U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency). Guidelines for water reuse, EPA/600/R-12/618. U.S. EPA and U.S. Agency for International Development, Washington, 2012

[17] DPIWE (Department of Primary Industries Water and Environment). Environmental guidelines for the use of recycled water in Tasmania, Australia. Department of Primary Industries Water and Environment, Tasmania, Australia, 2002

[18] EPA Victoria. Guidelines for environmental management — Use of reclaimed water, Publication 464.2. EPA Victoria, Southbank, Victoria, 2003

[19] EPAPEHS (Environment Protection Agency & Public and Environmental Health Service. South Australian reclaimed water guidelines. Adelaide, Australia, 1999

[20] HAMOUDA M.A., ANDERSON W.B, HUCK P.M., Decision support systems in water and wastewater treatment process selection and design: A review. Water Sci. Technol. 2009, 60 (7) pp. 1757-1769

[21] World Health Organization (WHO). Potable reuse: guidance for producing safe drinking-water, CC BY-NC-SA 3.0 IGO. WHO, Geneva, Switzerland, 2017

[22] NRMMC-EPHC-AHMC. Australian guidelines for water recycling: Managing health and environmental risks, Phase 2: Augmentation of drinking water supplies. Canberra, Australia, 2008

[23] NRMMC-EPHC-AHMC. Australian guidelines for water recycling: Managing health and environmental risks, Phase 2: Managed aquifer recharge. Canberra, Australia, 2009

[24] State of California. Proposed guidelines for groundwater recharge with recycled municipal wastewater, Sacramento, CA, USA, 2001

[25] State of California. Recycled water related regulations — refer to published codes Title 22 and 17 California code of regulations, California, USA, 2015

[26] AWWA (American Water Works Association). Planning for the Distribution of Reclaimed Water, AWWA Manual M24, Denver, USA, 2009

[27] MAYS L.W. Water distribution system handbook. McGraw-Hill Professional, USA, 1999

[28] State of California. Guidelines for the preparation of an engineering report for the production, distribution and use of recycled water, California, USA, 2001