رهنمودهای استفاده مجدد از فاضلاب در مصارف غیر شرب شهری

غلامحسین صفری [۱*]، فاطمه یعقوبی رودپشتی [۲]

۱*- مرکز تحقیقات سلامت و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

۲- کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: hsafari13@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۳۱

چکیده

دسترسی به آب شرب و بهداشتی یکی از شاخص‌های مهم و ضروری توسعه شهرنشینی و رفاه اجتماعی است. آب به عنوان محور توسعه پایدار بوده که در طبیعت همانند انرژی، نه خلق می‌گردد و نه از بین می‌رود بلکه از یک شکل به شکل دیگر تبدیل می‌شود. با افزایش جمعیت جهان و همچنین رشد جوامع، آب و مصرف آن اهمیت یافته است. بحران آب یکی از چالش های پیش روی جهان امروز است. با توجه به توسعه شهرها و افزایش سرانه مصرف آب، حجم زیادی از فاضلاب تولید می‌شود. استفاده صحیح از این منبع عظیم آب در مصارف غیر شرب شهری، علاوه بر حفظ منابع آب آشامیدنی، از آلودگی محیط نیز جلوگیری می‌کند. استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده جهت مصارف مختلف غیر شرب شهری مطابق با استانداردهای زیست محیطی به عنوان یک راهکار پایدار در راستای مدیریت بهینه مصرف آب در کشور حائز اهمیت است. پژوهش حاضر یک مطالعه‌ی مروری است که داده‌های آن از طریق مطالعات کتابخانه‌ای به دست آمده است. هدف از این مطالعه بحث در رابطه با منابع و انواع مصارف غیر شرب شهری، رهنمودهای خطوط توزیع، پارامترهای کیفی آب و میزان تصفیه لازم برای استفاده مجدد از فاضلاب برای مصارف غیر شرب شهری و همچنین جنبه های فرهنگی– اجتماعی استفاده مجدد از فاضلاب می‌باشد. در نهایت اشاره به این حقیقت که ایران به عنوان یکی از کشورهای خاورمیانه با کمبود منابع آب تجدیدشونده مواجه بوده و در آستانه بحران آب قرار دارد. از این‌رو، مدیریت صحیح منابع آب، استفاده بهینه از منابع تجدیدپذیر، رعایت الگوی مصرف، استفاده از آب های غیر متعارف و پساب حاصل از تصفیه فاضلاب در مصارف غیر شرب ازجمله، آبیاری فضای سبز، فلاش تانک توالت‌ها، ساختمان سازی، تهویه مطبوع، اطفای حریق و غیره امری ضروری می‌باشد.

کلمات کلیدی

"استفاده مجدد"، " آلودگی محیط زیست"، " بحران آب"، " مصارف غیرشرب"، " آب های احیا شده"

۱- مقدمه

کشورهای پیشرفته و در حال توسعه، که در جهت توسعه گام برمی‌دارند به این نتیجه رسیده اند که هدف بایستی توسعه پایدار یا به عبارتی توسعه بدون تخریب محیط زیست باشد. لازمه پیشرفت و توسعه پایدار، استفاده صحیح و بهینه از منابع موجود از جمله منابع آب می باشد. افزایش جمعیت، گسترش صنایع، بالا رفتن استانداردهای زندگی و انتشار روزافزون آلودگی ها، منابع آب در دسترس را به شدت محدود نموده است، به طوری که کشور ما برای جبران کمبود منابع آب و نیز حفاظت محیط زیست به ناچار به استفاده مجدد از فاضلاب روی آورده است (مصداقی نیا، یغمائیان، ۱۳۸۵). حفظ منابع طبیعی یکی از ویژگی‌های اصلی توسعه پایدار است. افزایش جمعیت و افزایش تقاضا برای منابع طبیعی منجر به رقابت بین مردم برای تأمین غذا و حفظ و استفاده منطقی از این منابع می شود (Ashoori, 2016). آب مهمترین منبع تولید محصولات کشاورزی و امنیت غذایی است. با توجه به کمبود شدید آب و تقاضای زیاد برای این منبع کمیاب، مدیریت و برنامه ریزی مناسب در جهت حفظ این منبع بسیار حائز اهمیت می باشد (Gholamrezai, 2017). در جهان معاصر، بحران آب یکی از مهمترین مسائل است زیرا حدود یک چهارم از جمعیت جهان با کمبود آب مواجه هستند. استفاده بیش از حد از منابع آب، مدیریت ضعیف آب در بخش کشاورزی، تغییرات آب و هوایی و آلودگی منجر به خشک شدن رودخانه ها و آبهای زیرزمینی شده است (FAO, 2014). با افزایش کمبود آب به ویژه در مناطق نیمه خشک انتظار می‌رود که خشکسالی و سیلاب افزایش یابد. از این رو، دسترسی به آب شیرین برای مصارف خانگی انسان حتی از دسترسی به خدمات آموزشی و بهداشتی نیز حیاتی‌تر می‌باشد (UN-Water, 2006). کمبود منابع آب مختص یک منطقه نیست. بیش از ۴۳ کشور جهان با این بحران مواجه هستند. سازمان ملل متحد هشدار داده است که اگر جهان به میزان فعلی آب مصرف کند، تقریباً ۱/۸ میلیارد نفر در جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب مواجه خواهند شد (FAO, 2007; WWAP, 2012; Grey, 2013). دسترسی به آب شرب و بهداشتی یکی از شاخص‌های مهم و ضروری توسعه شهرنشینی و رفاه اجتماعی است. محدودیت منابع آب قابل شرب کشور سبب می شود که تامین این نیاز در اغلب شهرها به سهولت صورت نگرفته و به تدریج این امر به دغدغه مسئولین ذیربط محلی و ملی تبدیل می شود ولی بهر حال تحت شرایط خاص اجتماعی– سیاسی هر منطقه و اغلب با صرف هزینه های سنگین این امر مهم صورت گرفته و آب شرب برای شهرها تامین می‌شود. بروز بحران‌های شدیدتر برای شهرهای با تراکم زیاد جمعیت محتمل‌تر است و چاره جویی سریع‌تری را می طلبد. یکی از راه حل های برخورد با بحران، اختصاص تمام یا بخشی از مصارف غیر شرب شهری به منابع آبی با کیفیت نازلتر وبه بیان دیگر آب های احیا شده می باشد، که قابل دسترس ترین این آب‌ها می‌توانند همان پساب‌های شهری باشند (نی ریزی، ۱۳۸۷؛ قانعیان، ۱۳۸۰؛ صفری، ۱۳۸۱).

فاضلاب‌های شهری را باید مهمترین فاضلاب‌های در دسترس و قابل ا ستفاده برای م صارف غیر شرب به ویژه در آبیاری معرفی نمود که از قدیم الایام نیز در ک شاورزی ا ستفاده شده‌اند (قا سمی، ۱۳۹۰؛ وزارت نیرو، ۱۳۸۹). اما اس‌تفاده در مص‌ارف غیر ش‌رب ش‌هری نس‌بتاً جدید محسوب می‌شود. روش اخیر البته با تأسیس سیستم های دو گانه توزیع آب در معرض تو سعه بی شتر قرار گرفته ا ست. در مقای سه با ا ستفاده از فا ضلاب در بخش ک شاورزی، باز چرخش فا ضلاب در شهر و صنعت مستلزم توجه بیشتر می باشد و گاه حتی می‌تواند سود بیشتری را برای جوامع حاصل کند. انتقال و مصرف پساب‌ها در کشاورزی جز برای مزارع موجود در جوار شهرها و در آبیاری محصولاتی خاص چندان سود بخش نبوده است. از طرف دیگر ملاحظه می‌شود که به کارگیری فا ضلاب‌ها در م صارف آبیاری در شهرها جالب‌تر با شد و با این عمل از هدر رفتن مواد مغذی فاضلاب نیز جلوگیری می شود. در نهایت با مجزا شدن شبکه‌های آب شرب و آب غیر شرب در شهرها، طراحی سیستم‌های توزیع آب شرب در حدی بسیار کوچک‌تر امکان پذیر شده و این امر اثر مهمی در حفظ کیفیت مطلوب آب شرب در شبکه توزیع خواهد داشت (واعظی، مصداقی نیا، ۱۳۸۰). پاسخ گویی به نیاز آب شهرهای پرجمعیت از جمله حساس‌ترین و پیچیده ترین عملیات مح سوب می شود. ک شور ما از مناطق خ شک و نیمه خ شک جهان به شمار می‌رود چرا که پنجاه میلیون هکتار آن را کویرها و صحاری ت شکیل می‌دهند و میزان متو سط بارندگی سالیانه در ک شور ما کمتر از یک سوم حد متوسط باران سالیانه کره زمین می‌باشد. از همین رو موضوع تأمین آب و اختصاص آب برای کاربری‌های مختلف آن روز به روز اهمیت و جلوه‌های بی شتری می‌یابد. از طرفی تخلیه فا ضلاب‌هایی که به درستی تصفیه نشده‌اند منابع محدود آبی کشور را در معرض تهدید قرار داده است و واضح است که در آینده ای نه چندان دور با ادامه این وضعیت نه تنها توسعه کشور بلکه تأمین حداقل شرایط زندگی شهری مطلوب د شوارتر می شود. بروز بحران‌های شدیدتر برای شهرهایی با تراکم جمعیت زیاد محتمل‌تر است و چاره جوئی سریعتری را می‌طلبد. در تعدادی از این قبیل شهرها از جمله در توکیو و سنگاپور، یکی از راه‌حل های برخورد با بحران، اختصاص تمام یا بخشی از م صارف غیر شرب شهری به منابع آبی با کیفیت نازلتر و به بیان دیگر آب های احیا شده بوده که قابل دسترس‌ترین این آب‌ها می‌توانند همان پساب های شهری با شند (نی ریزی، ۱۳۸۷؛ قانعیان، ۱۳۸۰؛ صفری، ۱۳۸۱). مصارف غیرشرب در شهرها شامل: اطفای حریق، فضای سبز، فلاش تانک توالت‌ها، ساختمان سازی، م صارف تفریحی و غیره ا ست که ا ساساً به آبی با کیفیت شرب نیازی ندا شته و با مجزا نمودن آنها از م صارف شرب، صرفه‌جویی چ شمگیری در م صرف آب های تازه به وجود خواهد آمد. تأمین بخشی از این مصارف با انجام حداقل لوله کشی و با اختصاص شبکه‌های قدیمی لوله‌کشی شهری جهت تحویل پساب های ت صفیه شده امکان‌پذیر می‌با شد. در هر صورت باید توجه دا شت که در ت صفیه خانه های متعارف فا ضلاب شهری مراحل اولیه و ثانویه تصفیه، اغلب ضمانت کننده آب مناسب برای بازچرخش نمی‌باشد و لذا معمولاً ضرورت تو سل به مراحل ا ضافی و تکمیلی ت صفیه وجود خواهد داشت (سجادی، ۱۳۷۶).

- **ایران به مرزهای بحران آب نزدیک می‌شود**

آب به عنوان محور توسعه پایدار بوده که در طبیعت همانند انرژی، نه خلق می‌گردد و نه از بین می‌رود، بلکه از یک شکل به شکل دیگری تبدیل می‌شود (United Nations, 2014). یکی از معضلات سال‌های اخیر که آینده زندگی بشر در این کره خاکی را به شدت تهدید می‌کند، معضل کمبود آب است. از ۱۰۰ درصد کل آب موجود در جهان، حدود ۹۷ درصد آب شور و غیر قابل استفاده بوده و تنها ۳ درصد بصورت آب شیرین می‌باشد که بیش از دو سوم آب شیرین نیز بصورت یخ و برف قطبی می‌باشد و فقط کمتر از ۱ درصد کل آب جهان به صورت آب شیرین مایع می‌باشد. از طرفی بیش از ۹۸ درصد آب شیرین به صورت آب‌های زیرزمینی بوده و فقط ۲ درصد آن در رودخانه ها و دریاچه ها وجود دارد (Anderson, 2003). لذا منابع آب شیرین در جهان ب سیار محدود و کم می‌با شد. از این آمارها ا ستنباط می شود که تنها در صد ب سیار کمی از حجم آب شیرین برای ب شر قابل ا ستحصال است و از طرفی این منابع هم به شدت پراکنده بوده و به طور یکنواخت بین تمامی انسان‌ها تقسیم نشده و متأسفانه سهم کشور ما از این منابع به دلیل قرار گرفتن در اقلیم خشک و نیمه خشک جهان بسیار کم می‌باشد (شرکت آب و فاضلاب استان یزد، ۱۳۸۰). کشور ما در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک واقع شده است و در حال حاضر با بحران جدی آب مواجه است. اعتقاد بر این است که تغییرات آب و هوایی، خ شک سالی‌ها و م شکلات سیا سی و اقت صادی بحران آب را تشدید کرده است. در نتیجه، راه حل‌های مدیریتی برای حل بحران آب بسیار مهم است. با وجود کمبودهای قریب الوقوع، مصرف آب در ایران ۷۰ در صد بی شتر از متو سط م صرف جهانی ا ست. اگر ایران می خواهد زنده بماند، باید مدیریت منابع آب در کشور را در اولویت قرار دهد (Khatibi, 2019). حدود ۹۰ درصد ایران خشک یا نیمه خشک است، بیش از نیمی از مساحت کشور شامل کوه و بیابان است. مقدار و توزیع منابع آب شیرین به طور قابل توجهی در سرا سر ک شور متفاوت است. میانگین بارندگی سالانه از ۵۰ میلی‌متر در بیابان‌ها تا ۲۲۷۵ میلی متر در نزدیکی سواحل جنوب غربی دریای خزر متغیر است (Michel, 2017; Lehane, 2014). متوسط بارندگی سالانه در ایران ۲۲۸ میلی‌متر است که کمتر از یک سوم متوسط جهانی بارندگی (۸۵۰ میلی متر) است. از طرفی نیمی از بارندگی‌های سالانه در کشورمان در زمستان و خارج از فصل رشد کشاورزی رخ می‌دهد و دو سوم بارندگی‌های سالانه قبل از رسیدن به رودخانه‌های کشور تبخیر می شود. ایران با دارا بودن ۱/۱ در صد از خ شکی‌های جهان و ۱ در صد جمعیت جهان، فقط ۰/۳۶ در صد از منابع آب شیرین جهان را در اختیار دارد و حجم آب‌های شیرین قابل ا ستفاده ک شور از ۰/۰۰۰۲ در صد از آب های شیرین جهان تجاوز نمی‌کند (National Research Council, 2005; Ardekanian, 2005). مطالعات جامع آب نشان می‌دهد که ۷۲ درصد بارش‌ها در ایران تبخیر می‌شوند و تنها ۲۲ درصد بارش ها به عنوان م نابع آب س طحی جر یان می یاب ند (Alemohammad,2015). ایران ۱۳۰ میلیون متر مکعب (MCM) آب دریافت می‌کند که ۹۲ درصد آن در بخش کشاورزی، ۶ در صد برای تأمین شهری و ۲ در صد برای م صارف صنعتی ا ستفاده می‌شود (Moridi, 2017; Iran Dialy, 2015). چنین داده‌های تلخ و تکان دهنده اهمیت حفظ منابع آب موجود را تا حد زیادی نشان می دهد. با توجه به نکات مذکور، بشر از لحاظ آب در آینده مشکل بیشتری خواهد داشت و این معضل سال به سال تشدید می‌شود. از این رو گفته می شود و خالی از حقیقت هم نیست که جنگ‌های آینده ب شر بر سر آب خواهد بود، زیرا فقدان یا کمبود آن، حیات ان سان ها و دیگر

موجودات زنده را به مخاطره می‌اندازد. بایستی توجه داشت که در صورتی که آتش جنگ بر سر آب روشن شود، تمام آب‌های جهان نیز قادر به خاموش کردن آن نخواهند بود (کردوانی، ۱۳۸۰). آب از ضروری‌ترین عوامل توسعه جوامع انسانی بوده و ایران از جمله کشورهایی است که تامین آب برای مصارف مختلف از دغدغه‌های مهم دولتمردان در راستای توسعه پایدار محسوب می شود. 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. مطابق اصل پنجاهم قانون اساسی و قانون توزیع عادلانه آب، برنامه‌ریزی و بهره‌برداری مناسب از فاضلاب و پساب‌ها به عنوان یک منبع آبی غیر متعارف، در راستای جلوگیری از آلودگی محیط زیست و حفظ بهداشت عمومی ضروری می‌باشد. از این رو، با توجه به حجم قابل توجه پساب‌های شهری، صنعتی و آب‌های برگشتی، برنامه‌ریزی جهت استفاده از این منابع با در نظر گرفتن جنبه‌های زیست محیطی به عنوان راهکاری مناسب جهت جبران بخشی از این کمبودها و همچنین کاهش آلودگی‌ها دارای اهمیت می‌باشد (وزارت نیرو، ۱۳۸۹). جمعیت ایران در قرن گذشته افزایش قابل توجهی داشته است. رشد جمعیت عامل اصلی بحران جهانی آب است و می توان آن را مادر بحران آب نامید (Vojdani, 2004). در دهه‌های اخیر افزایش جمعیت کشور همراه با محدود بودن حجم منابع آب قابل استحصال از یک سو و خشکسالی‌های پیاپی سبب شده تا سرانه منابع آب تجدید شونده کشور با روند نزولی از ۷۰۰۰ متر مکعب در سال ۱۳۳۵ به حدود ۲۱۶۰ متر مکعب در سال ۱۳۷۸ و حدود ۱۷۳۲ مترمکعب در سال ۱۳۹۵ تقلیل یابد. بحران آب عموماً با استفاده از شاخص هایی مانند شاخص فالکن مارک(Falcon Marc)، شاخص سازمان ملل (UN) و شاخص موسسه بین المللی مدیریت آب تعیین می‌شود. دانشمند سوئدی فالکن مارک در مطالعات خود بحران آب را بر اساس مقدار سرانه منابع آب تجدیدپذیر سالیانه هر کشور تعریف کرده است. فالکن مارک سرانه آب ۱۷۰۰ متر مکعب در سال را به عنوان شاخص کمبود معرفی کرده است. بر این اساس کشورهایی که دارای سرانه منابع آب تجدیدپذیر بین ۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰ مترمکعب هستند جزء کشورهای با تنش آبی محسوب می‌گردند (جدی وند، ۱۳۹۵؛ حسین نژاد، ۱۳۸۹). بر اساس شاخص فالکن مارک، وضعیت منابع آب ایران در معرض تنش آبی قرار دارد. کمیسیون توسعه پایدار سازمان ملل در تعیین شاخص بحران آب از معیار دیگری استفاده نموده است. این کمیسیون، میزان درصد برداشت از منابع آب تجدیدپذیر هر کشور را به عنوان شاخص اندازه گیری بحران آب معرفی کرده است. بر اساس شاخص سازمان ملل، هرگاه میزان برداشت آب یک کشور بیشتر از ۴۰ درصد کل منابع آب تجدیدپذیر آن باشد، آن کشور با بحران شدید آب مواجه هست (جدی وند، ۱۳۹۵؛ حسین نژاد، ۱۳۸۹). بر اساس شاخص سازمان ملل، وضعیت منابع آب ایران با بیش از ۸۰ درصد برداشت از کل منابع آب تجدیدپذیر آن در معرض بحران شدید قرار دارد. بنابراین ضرورت و اهمیت حفظ و حراست از منابع آبی کشور پیش از پیش مشخص می‌شود و چاره کار را می توان در اعمال مدیریتی صحیح، رعایت الگوی مصرف، استفاده از آب های غیر متعارف و پساب حاصل از تصفیه در کشاورزی، آبزی پروری، تفریحات سالم، صنایع، تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی، مصارف غیر شرب شهری و ...جستجو کرد (ایماندل، ۱۳۷۹؛ صفری، ۱۳۸۱).

۲- روش انجام تحقیق

پژوهش حاضر یک مطالعه‌ی مروری است که داده‌های آن از طریق مطالعات کتابخانه‌ای به دست آمده است. هدف از این مطالعه بحث در رابطه با منابع و انواع مصارف غیر شرب شهری، رهنمودهای خطوط توزیع، پارامترهای کیفی آب و میزان تصفیه لازم برای استفاده مجدد از فاضلاب به منظورغیرشرب شهری و همچنین جنبه های فرهنگی– اجتماعی اسفاده مجدد از فاضلاب می باشد. در نهایت اشاره به این حقیقت که ایران به عنوان یکی از کشورهای خاورمیانه با کمبود منابع آب تجدیدشونده مواجه بوده و در آستانه بحران آب قرار دارد

۳- استفاده مجدد برای مصارف غیر شرب شهری

فاضلاب شهری را باید مهمترین فاضلاب های در دسترس و قابل استفاده برای مصارف غیر شرب به ویژه در آبیاری معرفی نمود که از قدیم الایام نیز در کشاورزی استفاده شده‌اند. اما استفاده در مصارف غیر شرب شهری نسبتاً جدید می‌باشد. روش اخیر با تأسیس سیستم های دو گانه توزیع آب در معرض توسعه بیشتر قرار گرفته است. در مقایسه با استفاده از فاضلاب در بخش کشاورزی، باز چرخش فاضلاب در شهر و صنعت مستلزم توجه بیشتر می باشد و گاه حتی می تواند سود بیشتری را برای جوامع حاصل کند، زیرا انتقال و مصرف پساب ها در کشاورزی جز برای مزارع موجود در جوار شهرها و در آبیاری محصولاتی خاص چندان سودبخش نبوده است. از طرف دیگر ملاحظه می شود که به کار گیری فاضلاب ها در مصارف آبیاری در شهرها جالب‌تر باشد و با این عمل از هدر رفتن مواد مغذی فاضلاب جلوگیری می گردد (واعظی، مصداقی نیا، ۱۳۸۰).

• منابع آب غیر شرب

در اکثر جوامع معمولی‌ترین منابع آب غیر شرب، پساب تصفیه خانه‌های فاضلاب همان جوامع هستند. برای این کار تکنولوژی موجود بایستی در حدی باشد که کیفیت مورد نیاز آب به خوبی تأمین شود. سایر منابع برای مصارف غیر شرب شامل آب‌های سطحی و زیرزمینی شور و معدنی مانند آب دریا، پساب برخی از صنایع، آب‌های سطحی، آب‌های طبیعی آلوده و آب‌های برگشتی از آبیاری می باشد (سجادی، ۱۳۷۶).

• انواع مصارف غیر شرب شهری

به طور کلی مصارف غیر شرب شهری را می توان به سه گروه اصلی مصارف عمومی؛ مصارف صنعتی– تجاری و ساختمان سازی طبقه‌بندی کرد (AWWA, 2004). در جدول ۱ انواع مصارف غیر شرب از فاضلاب‌ها در شهر ارائه شده‌اند.

جدول ۱- انواع مصارف غیر شرب از فاضلاب‌ها در شهر (صفری، اسدی، ۱۳۸۱)

آبیاری در فضای سبز شهری: مناطق عمومی و خصوصی
آبیاری در مصارف تفریحی: زمین گلف، تنیس، ورزشگاه، میدان بازی
فلاش تانک: ساختمان تجاری/ مسکونی
نظافت: وسایل نقلیه، خیابان‌ها، ساختمان‌ها
تهویه هوای اماکن تجاری
ساختمان سازی: تهیه سیمان، کنترل گرد و غبار
اطفای حریق
بهبود شرایط محیطی: افزایش جریان آبراهه‌ها، ایجاد فواره، آب نما، پارک‌ها، وتلندها

- **استفاده مجدد از فاضلاب جهت مصارف صنعتی**

آب یکی از مهمترین و پر اهمیت‌ترین مواد اولیه صنایع است. در سال های اخیر حفاظت، باز چرخش و استفاده مجدد آب در صنعت اهمیت زیادی یافته است که نتیجه آن کاهش مقدار آب مصرف شده به ازای واحد تولید در صنعت است. علاوه بر این منابع آبی با کیفیت پایین‌تر، می‌توانند جایگزین آب مصرفی در بسیاری از فرایندهای صنعتی شوند. یکی از منابعی که می‌تواند جایگزین آب صنعتی شود، استفاده از پساب‌های شهری در صنایع می‌باشد. در مناطقی که منابع آب محدودیت دارند، پساب‌های شهری از جنبه کیفی پایدارترین و مطمئن‌ترین منبع تأمین آب در صنایع می‌توانند باشند، چرا که با تصفیه و پیش تصفیه مناسب فاضلاب شهری، می‌توان آب مورد نیاز صنایع را با کیفیت قابل قبول به دست آورد (صفری، اسدی، ۱۳۸۱). کیفیت آب لازم برای فرایندهای مختلف صنعتی بسیار متغیر است. آب مورد نیاز برج های خنک‌کننده و دیگ بخار به ترتیب پایین‌ترین و بالاترین کیفیت را لازم دارند. میزان تصفیه‌ای که بر روی فاضلاب انجام می شود قطعاً توسط صنعت مصرف کننده تعیین می‌گردد. فرایندهای خنک‌کننده که بالاترین حجم آب لازم در اکثر صنایع را تشکیل می‌دهند، می توانند پساب خروجی از سیستم تصفیه ثانویه فاضلاب را مستقیماً استفاده نمایند، اگر چه حذف جامدات بیشتری لازم است و تصفیه اضافی با مواد شیمیایی غالباً ممکن است برای جلوگیری از رشد انواع میکرو ارگانیسم ها بر سطوح لازم باشد (Donal, Abdel – Majid, 2005).

استفاده مجدد از فاضلاب جهت مصارف تفریحی

معیارها، استانداردها و رهنمودها بستگی به نوع استفاده، مقدار تماس با فاضلاب تصفیه شده و نیز آلودگی‌های ثانویه مانند آلودگی هوا دارد. با توجه به نوع تفریحات معیارها، استانداردها و رهنمودها برای استفاده از فاضلاب تصفیه شده به ۳ دسته تقسیم می شوند (Grook, Surampall, 2006):

- **تماس مستقیم با فاضلاب تصفیه شده**

تماس مستقیم با فاضلاب تصفیه شده شامل مواردی از قبیل شنا کردن، اسکی روی آب و ... می‌باشد. این دسته شامل تفریحاتی است که مدت زمان طولانی بین آب و مصرف‌کننده تماس برقرار می شود و خطر آشامیدن مقدار زیاد آب (حدود ۱۰ الی ۱۵ میلی لیتر) و نیز احتمال ورود ویروس از طریق پوست به بدن وجود دارد. معمولاً استانداردها و معیارهای آب های تفریحی که در تماس مستقیم با بدن قرار می گیرند، از آب های تفریحی که در تماس با بدن نیستند، شدیدتر است (Grook, Surampall, 2006).

- **تماس غیر مستقیم با فاضلاب تصفیه شده**

این دسته شامل استفاده‌های قایقرانی، ماهیگیری، آبیاری زمین های گلف و ... می باشد. کیفیت مورد نیاز برای این دسته، از آبی که تماس مستقیم با بدن دارد، شدت کمتری دارد (Grook, Surampall, 2006).

- **عدم تماس با فاضلاب تصفیه شده**

فاضلاب تصفیه شده در این دسته از قبیل فواره ها، هیچ گونه تماسی با انسان ندارد. معیارهای کیفی که بایستی در نظر گرفته شود شامل دما، اکسیژن محلول، کیفیت شیمیایی مانند عناصرکمیاب، اسیدیته، قلیائیت، مواد مغذی (ازت و فسفر) و کیفیت میکروبی می‌باشد (Grook,Surampall, 2006). در جدول (۲) فرآیندهای تصفیه پیشنهادی برای رسیدن به معیارهای بهداشتی در استفاده مجدد فاضلاب به منظور مقاصد تفریحی ارائه شده است.

- **استفاده مجدد جهت اطفای حریق**

در صورتی که لوله های آب شرب فقط برای تحویل آب شرب طراحی شوند و برای اطفای حریق از آب احیا شده استفاده شود در آن صورت اندازه آن‌ها بسیار کوچک‌تر می شود و این امر می تواند در جلوگیری از یک مشکل اصلی که تقریباً در تمامی سیستم های توزیع آب شهری اتفاق می‌افتد، موثر باشد. در شبکه‌های متداول آب شهری، لوله‌های آب طراحی شده جهت تأمین جریان‌های اطفای حریق به جزء در مواقع آتش سوزی، آب کمتری را حمل می‌کنند و نتیجه آن تنزل کیفیت آب به دلیل زمان ماند زیاد آب در لوله می‌باشد که این امر می‌تواند منجر به محو کلر آزاد باقیمانده و در نتیجه رشد لایه‌های میکروبی مسئله‌ساز گردد. به منظور پیشگیری از تنزل کیفیت آب و همچنین خوردگی لوله‌های آب، آب تصفیه شده بایستی در مدت زمان کمتر از ۲۴ ساعت از لحظه تولید مصرف شود. این در حالی است که در سیستم های متداول توزیع آب که برای جریان‌های اطفای حریق هم طراحی شده‌اند، این زمان ماند تا هفته‌ها طول می‌کشد. حذف جریان‌های اطفای حریق می‌تواند این زمان ماند را به ساعت‌ها، یک روز و یا حداکثر دو روز کاهش دهد. همچنین این امر باعث می شود که لوله‌های آب شرب در اندازه‌های بسیار کوچک‌تر و از مواد بهتر و بدون اتصالات ساخته شود و در نهایت خوردگی لوله و موارد نشست آب و تنزل کیفیت آب کاهش می‌یابد (Grook, Surampall, 2006).

- **استفاده مجدد جهت فلاش تانک توالت ها**

فلاش تانک توالت‌ها و آبریزگاه‌ها در ساختمان‌های تجاری، صنعتی و مسکونی، خصوصاً در ساختمان‌های چند طبقه بیشترین کاربرد از آب احیا شده را دارند. فلاش تانک‌ها چون ایجاد اسراف نمی کنند و به بیان دیگر آب مصرفی در آن‌ها قابلیت استفاده مکرر دارد، یک استفاده مفید محسوب می شود و بهتر می‌تواند موجب صرفه‌جویی در آب گردد. در شهرهای متعددی از ژاپن و ایالات متحده آمریکا، استفاده از آب احیا شده در فلاش تانک توالت ها و دیگر مصارف غیر شرب در ساختمان‌های بسیار بلند اجباری اعلام شده است (Grook, Surampall, 2006). به عنوان مثال از سال ۱۹۹۰ به بعد در آمریکا قانونی وضع شده است که در مناطقی که آب احیا شده دردسترس است، ساختمان‌های جدید الاحداث با ارتفاع بیش از ۱۷ متر باید سیستم دوگانه برای فلاش تانک نصب نمایند (Crist,Tchobanogolous, 2008).

جدول ۱- فرآیندهای تصفیه پیشنهادی برای رسیدن به معیارهای بهداشتی در استفاده مجدد فاضلاب به منظور مقاصد تفریحی(Grook, Surampall, 2006)

فرآیند تصفیه	بدون تماس	با تماس
تصفیه اولیه	+++	+++
تصفیه ثانویه	+++	+++

صافی شنی یا روش‌های معادل زلال سازی		+++
گندزدایی	+	+++
معیارهای بهداشتی	B	D+G

+++ = ضروری

+ = گاهی ممکن است نیاز باشد

B = عاری از جامدات درشت، حذف کامل تخم های انگل و باکتری‌ها

D = بیش از ۱۰۰ کلیفرم در۱۰۰ میلی لیتر در ۸۰ درصد نمونه ها یافت نشود.

G = مواد شیمیایی که منجر به تحریک مخاط و پوست می شود، به کار نرود.

- **استفاده مجدد جهت بهبود محیط زیست**

استفاده مجدد جهت بهبود محیط زیست شامل، ایجاد فواره ها، حو ضچه های منعکس‌کننده و تقویت جریان در آبراهه‌های شهری که به علت توسعه شهری در حال خشک شدن هستند، می باشد. همچنین حفظ یا ایجاد و تلندهای مصنوعی جزء این گروه می باشد (Grook, Surampall, 2006).

- **پارامترهای کیفی آب احیا شده برای مصارف غیر شرب و میزان تصفیه لازم**

معمولاً در تدوین آئین‌نامه ها، رهنمودها و به ویژه وضع استانداردها برای کیفیت پساب حاصل از تصفیه فاضلاب، پارامترهایی که بیشتر مطرح هستند شامل BOD، کدورت، کل مواد معلق، کلیفرم های مقاوم به حرارت، نیتروژن، زمان تماس کلر و میزان کلر آزاد باقیمانده می‌باشند. در استفاده مجدد از فاضلاب برای مصارف غیر شرب شهری انجام عملیات تصفیه با درجه بالا و گندزدایی ضرورت دارد. در شرایطی که احتمال تماس مستقیم انسان وجود دارد، تصفیه پیشرفته برای ایجاد پسابی عاری از پاتوژن ها توصیه می‌شود. برای کاهش خطرات بهداشتی و اتصال ناخواسته بین سیستم توزیع آب شرب و آب احیا شده، سازمان‌های قانون گذار حتی در جایی که تماس انسانی نیز وجود ندارد (مانند استفاده مجدد در فلاش تانک توالت یا شیرهای آتش نشانی) پسابی عاری از پاتوژن را توصیه می‌نمایند. برای جلوگیری از بو، کپک و رشد باکتریایی در سیستم توزیع آب احیا شده، کنترل کلر باقیمانده ضروری است. رهنمودهای توصیه شده برای استفاده مجدد پساب، حداقل میزان کلر آزاد باقیمانده ۰/۵ mg /L برای خطوط توزیع پساب حاصل از تصفیه فاضلاب ها توصیه می‌کند (Crist, Tchobanogolous, 2008).

در جدول (۳) و (۴) به ترتیب رهنمودهای خطوط توزیع آب غیر شرب و رهنمودهای پیشنهاد شده برای تصفیه فاضلاب جهت مصارف غیر شرب شهری ارائه شده است.

- **جنبه های فرهنگی- اجتماعی اسفاده مجدد از فاضلاب**

الگوهای رفتاری انسان کلید تعیین کننده در برنامه‌های استفاده مجدد از پساب می‌باشند. باورهای فرهنگی در نقاط مختلف دنیا به میزان قابل توجهی با هم تفاوت دارند و امکان ندارد عملیات استفاده مجدد از فاضلاب را که در یک نقطه دنیا انجام می‌شود بتوان عیناً به نقاط دیگری منتقل نمود. ارزیابی و بررسی کامل مفهوم فرهنگی- اجتماعی جامعه در طی مراحل برنامه‌ریزی لازم می باشد، در غیر این صورت باید انتظار شکست پروژه را داشته باشیم (Water Environmental and Technology, 2000). در چندین مطالعه تحقیقاتی نظر خواهی شده از مردم برای گزینه‌های معمول استفاده مجدد به این نتیجه رسیدند که نگرش منفی در ارتباط با استفاده مجدد از آب احیا شده، مستقیماً با میزان تماس انسان تغییر می‌کند و بالاترین میزان تماس، بیشترین نگرش منفی را به طرف استفاده مجدد از فاضلاب دارد. در مقابل این مطالعات، یک تحقیق گسترده در زمینه نگرش مردم در ارتباط با استفاده اختصاصی آب احیا شده در کالیفرنیا انجام گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق و دیگر تحقیقات مربوطه بیانگر آن بود که ۲ عامل موثر اصلی در رابطه با نگرش مردم در راستای استفاده اختصاصی از آب احیا شده وجود دارد و عبارتند از :

الف) درجه تماس انسان

ب) پنج عامل بهداشت، محیط زیست، تصفیه، توزیع و حفظ آب

همچنین پیشنهاد شده است که در ارزیابی گزینه‌های معمول استفاده مجدد که به زمان و مکان خاصی اختصاص ندارد، میزان تماس انسان مهمترین عامل موثر در نظر گرفته شود و در ارزیابی گزینه های مجدد که به طور اختصاصی در پاسخ به جامعه طراحی می شوند، پنج عامل ذکر شده به عنوان مهمترین عوامل موثر در نظر گرفته شوند (IWA. 2000).

جدول ۲- رهنمودهای خطوط توزیع آب غیر شرب (رسولی، ۱۳۹۰)

پارامتر	توصیه‌ها
فشار	۱۰ lb/in^2 کمتر از خطوط آب شرب
حداقل عمق	۳۶ in زیر سطح تکمیل شده خیابان
حداقل جداسازی	۱۰ ft بصورت افقی و ۱ ft بصورت عمودی
رنگ لوله	ارغوانی
مشخصات شیر آب	**دارای تذکر:** آب غیرقابل شرب- برای آشامیدن نیست.

- **آینده استفاده مجدد آب**

پیشرفت‌های چشمگیر در رابطه با توسعه شیوه‌های تکنیکی مطمئن برای تولید آب ایمن و با کیفیت بالا از فاضلاب احیا شده، نویدبخش چشم انداز خوبی برای آینده استفاده مجدد از آب است. تحقیقات مداوم و تلاش های مستمر منجر به پیشرفت‌های بیشتر در گسترش کاربری‌های استفاده مجدد شده است. امروزه تأکید اصلی در استفاده مجدد از فاضلاب برای کاربری‌های غیر شرب از قبیل آبیاری فضای سبز و کشاورزی، خنک سازی صنعتی و کاربری‌های داخل ساختمان مانند فلاش تانک‌ها می‌باشد و در حال حاضر، استفاده مجدد مستقیم از فاضلاب شهری احیا شده به منظور شرب، فقط به شرایط حاد و اضطراری محدود شده است. اگر چه استفاده مجدد غیر مستقیم به منظور شرب از طریق تغذیه آب زیرزمینی یا تقویت آب سطحی حمایت شده است اما هنوز نگرانی های زیادی در ارتباط با وجود ریزآلاینده‌های آلی، قابلیت اطمینان استفاده مجدد و تصفیه و به ویژه مقبولیت عمومی وجود دارد. با توجه به شروع برنامه‌های نوین استفاده مجدد و احیا فاضلاب در دهه‌های اخیر، پیشرفت‌های چشمگیری در این زمینه ایجاد شده است. برای جلوگیری از عواقب بهداشتی بالقوه در مواردی که برنامه استفاده مجدد از آب موفقیت آمیز نبوده است، اتخاذ یک راهکار

مدبرانه و محتاطانه توصیه می‌شود. علاوه بر این، اهمیت موضوع مقبولیت عمومی را نباید از نظر دور داشت. نتایج به دست آمده از تحقیقات مختلف، موید این مطلب است که فاضلاب احیا شده می‌تواند حتی به عنوان یک منبع ارزشمند برای تأمین آب آشامیدنی در نظر گرفته شود و مسلماً با انجام تحقیقات بیشتر می‌توان محدودیت‌ها را در استفاده مجدد مستقیم حتی برای مقاصد شرب کاهش داد. اما به هر حال تأکید اصلی، در استفاده مجدد مستقیم برای مصارف غیر شرب می باشد (Asano, 2006).

نتیجه گیری

امروزه بسیاری از کشورهای جهان به دلایلی از جمله رشد فزاینده جمعیت، توسعه صنایع، تغییرات آب و هوا و شرایط اقلیمی و هم چنین محدودیت منابع آبی در دسترس، با بحران آب مواجه می باشند. بنابراین استفاده از منابع جدید و غیرمتعارف تامین آب به منظور کاهش بهره‌برداری از منابع آب‌های موجود امری ضروری به نظر می‌رسد. استفاده مجدد از فاضلاب بعنوان یک منبع غیرمتعارف آب یک اقدام اساسی برای حراست از منابع آبی کشور به شمار می‌رود. امروزه درکشور های خشک و نیمه خشک مانند ایران استفاده مجدد از فاضلاب برای مصارف غیر شرب شهری، مصارف صنعتی، مصارف کشاورزی، مصارف آبزی‌پروری، مصارف محیط زیست و تفرج و تغذیه آب‌های زیرزمینی اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. بدیهی است که استفاده مجدد از فاضلاب، تنها با مدیریت صحیح و حفظ استانداردهای زیست محیطی در مورد میزان تصفیه آن، نوع و نحوه مصرف آن میسر خواهد شد و در غیر این صورت واند منشا بسیاری از بیماری‌ها و معضلات زیست‌محیطی گردد. استفاده مجدد مستقیم برای مصارف غیر شرب (کشاورزی، شهری، صنعتی و زیست محیطی) موجب می شود که صرفه جویی‌های ارزنده‌ای از لحاظ حفظ آب‌های تازه و دیگر منابع آبی خام برای مصارف شرب حاصل شود. لذا این عمل به عنوان یک روش استراتژیک مدیریتی برای توسعه پایدار جوامع مطرح می‌باشد و دلایلی همچون پذیرش بهتر مردمی، مخاطرات کمتر بهداشتی و مخارج کمتر موجب شده است که استفاده از فاضلاب برای مقاصد غیر شرب در آینده نیز گسترش بیشتری داشته باشد. طبق پیش بینی محققین گسترش سیستم‌های توزیع آب دوگانه و شبکه‌های تأمین آب به رنگ ارغوانی (رنگ نشان دهنده جاری بودن آب احیا شده در لوله) در سال های آینده چه برای کشورهای واقع در نقاط خشک دنیا و چه سایر کشورها امری اجتناب پذیر خواهد بود.

جدول۵- رهنمودهای پیشنهاد شده فاضلاب جهت استفاده مجدد به منظور مصارف غیر شرب شهری (Grook, Surampall, 2006)

تصفیه مورد نیاز:	
ثانویه (بیولوژیکی)	
فیلتراسیون	
گندزدایی	
کیفیت آب احیا شده:	
pH = ۹-۶	
BOD_5 < ۱۰ mg/l	
۲NTU > کدورت (متوسط ۲۴ ساعت) [a]	
کلیفرم‌های گرماپای نباید در حد قابل اندازه گیری باشد [b]	
۱ mg/l < کلر باقیمانده (بعد از ۳۰ دقیقه) [c]	
۰/۵ mg/l < در سیستم توزیع	
پایش:	
pH: هفتگی	
BOD_5: هفتگی	
کدورت: مداوم	
کلیفرم گرماپای: روزانه	
کلر باقیمانده: مداوم	

a = براساس یک دوره زمانی ۲۴ ساعته ، باید برای گندزدایی مناسب باشد، در هر زمان نباید از NTU ۵ بیشتر باشد.

b = براساس میانگین مقادیر ۷ روزه نباید از ۱۴ کلیفرم مدفوعی در هر صد میلی لیتر در هر نمونه بیشتر باشد.

c = بعد از حداقل زمان تماس۳۰ دقیقه

منابع

- ایماندل، ک.، همکاران، ۱۳۷۹. مدیریت استفاده از پساب و لجن تصفیه خانه فاضلاب خانگی در تهران. پنجمین سمینار مشترک ایران و آلمان، ایران، تهران.
- جدی‌وند، ر.، و شکری، م.ب.، ۱۳۹۵. مدیریت منابع آب، ضرورتی انکارناپذیر در ایران، کنفرانس بین المللی نخبگان مدیریت، ایران، تهران.
- حسین نژاد، م.، و همکاران، ۱۳۸۹. بحران آب در خاورمیانه(چالش ها و راهکارها)، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، ایران، زاهدان.
- رسولی، م.، و همکاران، ۱۳۹۰. ضرورت استفاده مجدد از آب خاکستری به عنوان منبع غیرمتعارف آب. اولین کنفرانس ملی عمران و توسعه، ایران، تهران.
- سجادی، س ع.، ۱۳۷۶. شبکه های مستقل توزیع آب آشامیدنی مطالعه موردی بجستان. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران.
- شرفی سرابی، و.، فلکی، م.، بیرانوند، ک.، ۱۳۹۵. بررسی اثرات استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی، همایش ملی توسعه در علوم و صنایع شیمیایی، ایران، تهران.
- شرکت آب و فاضلاب استان یزد، ۱۳۸۰. عوامل مؤثر بر بحران آب و راهکارهای مقابله با آن. هفته نامه شهراب.
- صفری، غ.، ۱۳۸۱. بررسی کارایی فرایند فیلترا سیون با مدیای شناور در آماده سازی پساب ثانویه برای مصارف غیر شرب شهری. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران.
- صفری، غ.، اسدی، ع.، ۱۳۸۱. استفاده مجدد از فاضلاب برای مصارف غیر شرب شهری. نشریه علمی و فنی، اجتماعی و فرهنگی آب و محیط زیست، شماره ۵۸، ص ۱۲-۸.

- قاسمی، س.ع.، دانش، ش.، علی زاده، ا.، ۱۳۹۰. ارزیابی پتانسیل تامین آب آبیاری و ارزش کودی پساب تصفیه خانه های فاضلاب شهری. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، شماره ۵، ص ۱۱۷۲-۱۱۸۳.
- قانعیان، م.، و همکاران، ۱۳۸۰. مبانی استفاده مجدد از فاضلاب. دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، انتشارات نخل.
- کردوانی، پ.، ۱۳۸۰. خشکسالی و راه های مقابله با آن در ایران. انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۵۳۵.
- مصداقی نیا، ع.، یغمائیان، ک.، ۱۳۸۵. رهنمودهایی در خصوص کاربرد صحیح فاضلاب و فضولات در کشاورزی و پرورش آبزیان. معاونت پژوهشی وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی.
- نی ریزی، س.، ۱۳۸۷. استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده ، راهکار تأمین منابع آب. نشریه علمی و فنی، اجتماعی و فرهنگی آب و محیط زیست، ویژه نامه استفاده مجدد از فاضلاب، شماره ۳۴، ص ۱۲-۴.
- واعظی، ف.، مصداقی نیا، ع.، ۱۳۸۰. استفاده مجدد از آب : نظرات موافق و مخالف. دومین کنفرانس آب و فاضلاب در کشورهای آسیایی، ایران، تهران.
- وزارت نیرو، ۱۳۸۹. ضوابط زیست محیطی استفاده مجدد از آبهای برگشتی و پساب‌ها. نشریه شماره ۵۳۵، انتشارات معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور.
- Alemohammad, S.H. and Gharari, S., 2017. Qanat: An ancient invention for water management in Iran. In found in Proceedings of Water History Conference, Delft, and The Netherlands.
- Anderson, J. 2003. The environmental benefits of water recycling and reuse. Water Science and Technology: Water Supply, Vol. 4 P. 1-10.
- Ardakanian, R., 2005, March. Overview of water management in Iran. In Water Conservation, Reuse, and Recycling: Proceeding of an Iranian-American workshop, The National Academies Press, Washington, DC, P. 18-33.
- Asano, T., et al. 2006. Wastewater Reclamation, Recycling and Reuse: Past, Present and Future, Wat. Sci.Tech, Vol. 33, P. 1-14.
- Ashoori, D., Bagheri, A., Allahyari, M.S., Al-Rimawi, A.S., 2016. An examination of soil and water conservation practices in the paddy fields of Guilan province, Iran. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 88, P.959-971.
- AWWA. 2004. Dual Water System, M24, Second Edition
- Crist, R., Tchobanogolous, G., 2008. Small and Decentralized Wastewater Management System. Mc Graw – Hill.
- Donal, R.R., Abdel – Majid, I.M., 2005. Hand book of Wastewater Reclamation and Reuse. Lewis.
- Ehsani, M. and Khaledi, H., 2003. Agriculture water productivity in order to supply water and food security. In 11th seminar of Iranian National committee on irrigation and drainage. Tehran., Iran.
- FAO, 2007. Coping with water scarcity, challenge of the twenty-first century. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. Available at http://www.worldwaterday.org
- FAO, 2016. Coping with Water Scarcity in Agriculture: a Global Framework for Action in a Changing Climate. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. Available at http://www.fao.org/3/a-i6459e.pdf
- Gholamrezai, S. and Sepahvand, F., 2017. Farmers' participation in water user association in western Iran. Journal of Water and Land Development. Vol.35, P. 49-56.
- Grey, D., Garrick, D., Blackmore, D., Kelman, J., Muller, M. and Sadoff, C., 2013. Water security in one blue planet: twenty-first century policy challenges for science. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 371(2002), p.20120406.
- Grook, J., Surampall R.Y., 2006. Water Reclamation and Reuse in the U.S. Wat.Sci. Tech, Vol. 33, P. 451-462.
- Iran Daily, 2015. Iran's agriculture sector uses 92% of water resources. Available at http://www.iran-daily.com/News/121143.html (Accessed on 29 June 2017).
- IWA. 2000. IWA Water Reuse Comitte, New Wastewater Challenges. Newsletter
- Khatibi, S., Arjjumend, H., 2019. Water crisis in making in Iran. Grassroots Journal of Natural Resources, Vol 2, P.45-54.
- Lehane, S., 2014. The Iranian water crisis. Strategic Analysis Paper, Future Directions International International Pty Ltd.: Perth, Australia, 11.
- Michel, D., 2017. Iran's impending water crisis. In Water, Security and US Foreign Policy (pp. 168-188). Routledge.
- Moridi, A., 2017. State of water resources in Iran. International Journal of Hydrology, 1(4), pp.1-5.

- National Research Council, 2005. Water Conservation, Reuse, and Recycling: Proceedings of an Iranian-American Workshop. National Academies Press.
- Panahi, D.و 2000. Water crisis in Iran. *Entekhab* (Morning Daily), 2: 333-335.
- United Nations. 2014. Water for life decades, water and sustainable development.Available at: http://www.un.org/waterforlifedecade/water-and-sustainable-development.html.
- Vojdani, F., 2004. Efficiency in water planning and management (an implementation experience). Water Science and Technology: Water Supply, 4(3), pp.67-80.
- Water Environmental and Technology, 2000. Editorial. Vol. 12, P. 6-10.
- Water, U.N., 2006. Coping with water scarcity–a strategic issue and priority for system-wide action. UN-Water: Geneva, Switzerland.

Guidelines for wastewater reuse in urban non-potable uses

Gholam Hossein Safari[1*]; Fatemeh Yaghoobi roodposhti[2]

[*]1-Health and Environment Research CenterTabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
2-Student Research Committee, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.
[*]Email Address: hsafari13@yahoo.com

Abstract

Human civilization has always evolved throughout history with direct access to water resources. Water plays an important role in economic and social developments with its quantitative and qualitative effects. Water has been the axis of sustainable development, which in nature, like energy, is neither created nor destroyed, but transforms from one form to another. One of the problems of the contemporary century that threatens the future of human life is the problem of water shortage. The water crisis is one of the challenges facing the world today. Due to the development of cities and increasing per capita water consumption, a large volume of wastewater is produced. Proper use of this huge water source in non-potable urban uses, in addition to preserving drinking water resources, also prevents environmental pollution.Reuse of treated wastewater for various uses in accordance with environmental standards as a sustainable solution to optimize the management of water consumption in the country is important. The present study is a review study whose data has been obtained through library studies. The purpose of this study is to present and discuss in relation to the sources and types of non-potable urban uses, distribution line guidelines, water quality parameters and the rate of treatment required for wastewater reuse to non-potable urban uses, as well as sociocultural aspects of wastewater reuse. Finally, it must be acknowledged that Iran, as one of the Middle Eastern countries, has experienced a shortage of renewable water resources and is approaching the brink of a water crisis. Therefore, proper management of water resources, optimal use of renewable resources, observance of consumption pattern, use of unconventional water and effluent from wastewater treatment for non-urban drinking purposes, including, irrigation of green space, flash tank toilets, ventilation construction Air conditioning, and firefighting is essential.

Introduction

Access to safe drinking water is one of the important and essential indicators of urban development and social welfare. Developed and developing countries, especially our country, which are taking steps towards development, have come to the conclusion that the goal should be sustainable development, or in other words, development without destroying the environment. Requisite for sustainable development, optimum use of available resources, including water resources. Population growth, the expansion of industries, rising living standards, and the increasing emission of pollution have severely limited available water resources. Therefore, to compensate for the shortage of water resources and also environmental protection, reuse wastewater is necessary. Municipal wastewater should be introduced as the most important available and usable resource for non-potable uses, especially for irrigation purposes.Wastewater reuse in agriculture has a long history, while the reuse of wastewater for non-potable urban purposes is relatively new. This method has been further developed by establishing dual water distribution systems. Non-potable uses in cities including firefighting, irrigation of green spaces, flash tanks of toilets, construction, recreational uses etc., which with separating them from drinking uses, will lead to significant savings in water resources. In some cities, the old water distribution system can be considered for the delivery of treated effluents and non-drinking uses. In any case, it should be noted that conventional municipal wastewater treatment (primary and secondary treatment) is often unable to provide proper water quality guidelines for reuse. Therefore, the application of advanced and tertiary treatment is essential for reuse.The protection of natural resources is one of the basic features of sustainable development. Increasing population, as well as increasing demand for natural resources, create competition between people for food supply and the conservation and rational use of these resources. Water is the main source of agricultural production and food security. Considering acute shortages of water and high demands on these scarce resources, proper management and planning to sustain this resource are highly solicited. In the contemporary world, the water crisis is one of the most important issues because about ¼ of the world's population is facing water shortages. The excessive use of water resources, poor management of water in the agriculture sector, climate change, and pollution have led to the drying up of rivers and groundwater. With

increasing water shortages, especially in the semi-arid part, drought and floods are expected to increase. Therefore, access to fresh water for human consumption has become even more essential than access to education and health services.The scarcity of water resources is not specific to one area; more than 43 countries in the world are suffering from this crisis. The United Nations has warned that if the world consumes as much water as it does now, Approximately 1.8 billion people in the world will suffer from water shortage by 2025.Iran is one of the arid and semi-arid regions and is currently facing a drastic water crisis. Climate change, droughts, and political and economic problems have exacerbated the water crisis. As a result, management measures are crucial to resolving the water crisis. Iran's progress and development depend on the efficient management of the country's water resources. In recent decades, the increase in population in the country as well as the limited volume of extractable water resources and serial droughts have declined renewable water resources. Iran's renewable water supplies have dipped from 7000 m^3 per inhabitant in 1956 m^3 to 2160 m^3 in 2000 and to 1,732 m^3 in 2017. It is predicted that Iran's renewable water resources will reach about 1300-1400 m^3 in 2025. Comparison of this data indicates that Iran is approaching the threshold of the water crisis.

Methodology

Material: The present study is a review study whose data has been obtained through library studies. The purpose of this study is to present and to discuss in relation to the sources and types of non-potable urban uses, distribution line guidelines, water quality parameters, and the rate of treatment required for wastewater reuse to non-potable urban uses, as well as sociocultural aspects of wastewater reuse . Finally, it must be acknowledged that Iran, as one of the Middle Eastern countries, has experienced a shortage of renewable water resources and is approaching the brink of a water crisis. Therefore, proper management of water resources, optimal use of renewable resources, observance of consumption pattern, use of unconventional water and effluent from wastewater treatment for non-urban drinking purposes, including, irrigation of green space, flash tank toilets, ventilation construction Air conditioning, and firefighting is essential.

Conclusion

Today, many countries in the world are facing water crises for reasons such as growing population, industrial development, climate change, and climate conditions, as well as limited water resources available. Therefore, the use of new and unconventional water supply sources in order to reduce the utilization of existing water resources seems necessary. The reuse of wastewater as an unconventional source of water is an essential step to protect the country's water resources. Today, in arid and semi-arid countries such as Iran, the reuse of wastewater for non-urban drinking, industrial use, agriculture, aquaculture, environmental use and recreation, and groundwater recharge has become particularly important. It is obvious that the reuse of wastewater will be possible only with proper management and maintenance of environmental standards regarding its amount of treatment, type, and method of consumption, and otherwise, it can be the source of many diseases and environmental problems. Direct reuse for non-drinking purposes (agricultural, urban, industrial and environmental) results in significant savings in terms of conservation of fresh water and other raw water resources for drinking purposes. Therefore, this practice is considered as a strategic management method for sustainable development of communities, and reasons such as better public acceptance, lower health risks, and lower costs have caused the use of wastewater for non-drinking purposes to be further expanded in the future. According to researchers. Expansion of water supply networks in purple (the color indicates the flow of second-hand water in the pipe) in the coming years, both for countries in the arid regions of the world and other countries, will be inevitable.

Keywords

Reuse; Environmental pollution; Water crisis; Non-potable uses; Reclaimed water