



توصیه‌های ساده برای مدیریت مصرف

آب

بهار ۱۳۹۹

دفتر مدیریت مصرف و ارتقای بهره‌وری آب و آبفا

وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ

[الأنبياء ٣٠]

We have made from water every living thing

فهرست مطالب

۱- بخش اول: مفاهیم پایه درمورد منابع و مصارف آب.....	۱
۱-۱- اصطلاحات کلیدی.....	۲
۲-۱- وضعیت کلی منابع آب جهان و ایران.....	۳
۳-۱- چرخه آب.....	۷
۴-۱- چرخه آب شهری.....	۹
۴-۱-۱- تصفیه آب.....	۱۰
۴-۱-۲- تصفیه فاضلاب.....	۱۲
۵-۱- تغییر اقلیم و تأثیر آن بر منابع آب و مصارف آب.....	۱۴
۶-۱- الگوی مصرف آب در بخش شرب و بهداشت و تعریف مفاهیم پایه.....	۱۹
۶-۱-۱- نحوه محاسبه سرانه مصرف آب خانگی مشترکین شبکه های آب.....	۲۱
۷-۱- ضرورت سازگاری با کم آبی در شهرها.....	۲۲
۲- بخش دوم: ضوابط استانداردها و تعرفه ها.....	۲۴
۲-۱- ساختار سازمانی وزارت نیرو و وظیفه شرکت های آب منطقه ای و آب و فاضلاب.....	۲۵
۲-۲- تعرفه آب خانگی و نحوه محاسبه آن.....	۲۵
۲-۲-۱- نحوه محاسبه آب بهای خانگی.....	۲۷
۲-۲-۲- تعرفه آب غیر خانگی و نحوه محاسبه آن.....	۲۸
۲-۳-۱- نحوه محاسبه آب بهای کاربری غیر خانگی.....	۲۹
۴-۲- مقررات مربوط به تاسیسات بهداشتی و نحوه ممیزی شیرآلات.....	۲۹
۵-۲- تفکیک کنتور در مجتمع های مسکونی.....	۳۱
۶-۲- برچسب آب.....	۳۳
۳- بخش سوم: راهکارهای کاهش مصرف آب در کاربری های خانگی و غیر خانگی.....	۳۶
۳-۱- معرفی اقدامات عملی به منظور کاهش مصرف آب در ساختمان های با کاربری غیر خانگی.....	۳۷
۳-۱-۱- بازچرخانی آب خاکستری.....	۴۲
۳-۱-۲- بازچرخانی فاضلاب صنعتی.....	۴۵
۳-۲- معرفی اقدامات عملی به منظور کاهش مصرف آب در ساختمان های با کاربری خانگی.....	۴۹
۳-۲-۱- نکات مربوط به مدیریت مصرف آب در ماشین های لباسشویی و ظرفشویی.....	۶۰
۳-۲-۲- سیستم سیرکولاتور.....	۶۲
۳-۲-۳- تجهیزات کاهنده مصرف آب در شیرآلات و سردوش ها.....	۶۳
۳-۲-۳-۱- پرلاتور/درافشان/آب فشان/سرشیر.....	۶۳
۳-۲-۳-۲- سردوش های کاهنده مصرف آب.....	۶۸
۳-۲-۳-۳- شیرهای خودکار و زمان دار.....	۷۰
۳-۲-۳-۴- رگلاتور (تنظیم کننده جریان).....	۷۱
۳-۲-۳-۵- مخازن آبشویه (فلاش تانک).....	۷۱
۳-۳- راه کارهای کلی مدیریت مصرف آب در سیستم های تهویه مطبوع.....	۷۴

۷۵.....	۳-۳-۱- راه های افزایش راندمان برج خنک کننده.....
۷۷.....	۳-۳-۲- نکات مرتبط با صرفه جویی مصرف آب در کولرهای آبی.....
۸۰.....	۳-۴- آب مجازی.....
۸۴.....	۳-۵- معرفی اقدامات عملی به منظور کاهش مصرف آب در فضای سبز.....
۹۳.....	۴- فهرست مراجع.....

فهرست جداول

- جدول ۱: توزیع مصارف مختلف آب در منازل..... ۲۱
- جدول ۲: تعداد شهرها و جمعیت تحت تنش آبی در کشور در سال‌های اخیر..... ۲۳
- جدول ۳: الگوی مصرف مطلوب خانوار در استان‌های مختلف کشور..... ۲۶
- جدول ۴: جریان خروجی حداکثر مجاز شیرآلات در مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان..... ۳۰
- جدول ۵: دسته‌بندی جریان خروجی شیرآلات بهداشتی (Q) مطابق برچسب آب ایران (لیتر بر دقیقه)..... ۳۵
- جدول ۶: دسته‌بندی جریان خروجی از مخازن آب شویه مطابق برچسب آب ایران (لیتر در هر بار تخلیه)..... ۳۵
- جدول ۷: حداکثر مصرف آب در هر سیکل شستشوی ماشین لباس شویی در استاندارد برچسب آب ایران (لیتر) برای ظرفیت‌های متداول در بازار..... ۳۵
- جدول ۸: چک لیست اقدامات اجرایی پایش مصرف آب و جلوگیری از اتلاف آب در کاربری‌های غیرخانگی (برگرفته از دستورالعمل و راهنمای اجرای آیین‌نامه نظام مدیریت سبز)..... ۳۷
- جدول ۹: فهرست اقدامات اجرایی پایش مصرف آب و جلوگیری از اتلاف آب در کاربری‌های خانگی..... ۴۹
- جدول ۱۰: برآورد صرفه جویی قابل انجام در صورت استفاده از سردوش کاهنده و کاهش زمان دوش گرفتن..... ۵۹
- جدول ۱۱: انواع سرشیرها و اشکال مختلف جریان خروجی آن‌ها..... ۶۶
- جدول ۱۲: حجم تخلیه آب در مخازن آبشویه یک حالت و دو حالت (لیتر)..... ۷۲
- جدول ۱۳: نمونه پروژه انجام شده کاهش مصرف آب در ساختمان‌های اداری در شهر مشهد..... ۷۳
- جدول ۱۴: میزان آب مجازی مصرف شده برای تولید کالاهای مختلف (لیتر)..... ۸۳
- جدول ۱۵: چک لیست اقدامات اجرایی کاهش مصرف آب در فضای سبز..... ۸۴

فهرست اشکال

- شکل ۱: درصد منابع آب و جمعیت در قاره های مختلف ۴
- شکل ۲: توزیع سطح، جمعیت و منابع آب تجدید پذیر (راست) در حوضه های آبریز اصلی ایران (چپ) ۵
- شکل ۳: مصارف آب شرب، صنعت و کشاورزی و منابع آب تجدید پذیر استان ها (میلیون متر مکعب) (دفتر مطالعات پایه شرکت مدیریت منابع آب) ۶
- شکل ۴: اجزای اصلی چرخه آب در طبیعت ۷
- شکل ۵: چرخه آب شهری ۱۱
- شکل ۶: سهم عوامل مختلف در افزایش گازهای گلخانه ای اتمسفر زمین (IPCC, ۲۰۱۴) ۱۴
- شکل ۷: رودخانه سیوند قبل و بعد از خشک شدن ۱۵
- شکل ۸: رودخانه قره آغاج قبل و بعد از خشک شدن ۱۵
- شکل ۹: دریاچه بختگان قبل و بعد از خشک شدن ۱۵
- شکل ۱۰: دریاچه مهارلو قبل و بعد از خشک شدن ۱۶
- شکل ۱۱: سیلاب پل دختر فروردین ۹۸ ۱۷
- شکل ۱۲: گرد و غبار در استان خوزستان ۱۷
- شکل ۱۳: فرونشست زمین در دشت کبودرآهنگ استان همدان ۱۸
- شکل ۱۴: توزیع مصارف خانگی و غیرخانگی در شهرهای کشور ۲۱
- شکل ۱۵: تعرفه آب خانگی در دامنه الگوی مصرف مطلوب ۲۶
- شکل ۱۶: نمودار مصارف مازاد بر الگوی مصرف ۲۷
- شکل ۱۷: تعرفه کاربری های غیر خانگی در دامنه ظرفیت قراردادی ۲۹
- شکل ۱۸: کیسه مدرج برای اندازه گیری میزان آب خروجی از شیرآلات و سردوش ۳۱
- شکل ۱۹: کنتور مشترک در یک ساختمان سه واحدی و نحوه توزیع مبلغ قبض آب (راست) و اقدام واحد یکی از واحدها برای تفکیک کنتور (چپ) ۳۲
- شکل ۲۰: نصب کنتور هوشمند برای هر واحد با امکان پایش مصرف واحدهای آپارتمانی ۳۳
- شکل ۲۱: نمای کلی برچسب آب ۳۴
- شکل ۲۲: سیستم بازچرخانی آب خاکستری در منزل مسکونی برای آبیاری فضای سبز ۴۳
- شکل ۲۳: سامانه جمع آوری، تصفیه و بازچرخانی آب خاکستری در ساختمان مسکونی ۴۳
- شکل ۲۴: نحوه تعویض یا نصب سرشیر ۶۳
- شکل ۲۵: نحوه رسوب زدایی پرلاتور ۶۴
- شکل ۲۶: اختلاط آب و هوا در سردوش کاهنده مصرف آب ۶۸
- شکل ۲۷: نحوه رفع گرفتگی ناشی از رسوبات در نازل های سیلیکونی سردوش ۶۸
- شکل ۲۸: سردوش های متحرک (راست) و ثابت (چپ) ۶۹
- شکل ۲۹: چکه کردن و یا سرریز آب از کولرهای آبی در فصول گرم سال ۷۷
- شکل ۳۰: نصب سایبان بر روی کولرهای آبی ۷۸
- شکل ۳۱: نمونه یک ترموستات ۷۹
- شکل ۳۲: مصارف مستقیم و غیر مستقیم آب ۸۱
- شکل ۳۳: انواع گونه های گیاهی مقاوم به خشکی ۸۵

- شکل ۳۴: نمونه هایی از منظرسازی کم آب طلب قابل استفاده برای پارک‌ها، حیاط و فضاهای شیب دار ۸۷
- شکل ۳۵: آبیاری غیراصولی چمن در محوطه‌ای که کشت چمن ضرورت ندارد ۸۸
- شکل ۳۶: برخی از انواع مالچ طبیعی و نحوه کاربرد آن ۸۹
- شکل ۳۷: افزودن زئولیت به خاک با هدف افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک ۸۹
- شکل ۳۸: آبیاری سطحی (راست)، بارانی (وسط)، قطره‌ای (چپ) ۹۰

این راهنما، به منظور آشنایی همه مصرف‌کنندگان آب با راه‌کارهای ساده مدیریت مصرف آب تهیه شده است. در تهیه این راهنما، سعی شده تا ضمن رعایت اجمال و استفاده از زبان ساده، اطلاعات مفیدی برای طیف وسیعی از مخاطبین فراهم گردد. برخی از اصطلاحات تخصصی که در این راهنما مورد استفاده قرار گرفته، در فهرست اصطلاحات کلیدی که در ابتدای آن ارائه شده، تعریف شده‌اند.

راهنما دارای ۳ بخش اصلی است. در بخش اول، مفاهیم پایه در مورد منابع و مصارف آب، تغییرات اقلیمی و شرایط خاص آب و هوایی و منابع آب ایران و بخصوص نحوه تامین آب و مدیریت فاضلاب شهرها تا حد امکان به زبان ساده تشریح شده است. در بخش دوم، قوانین و مقررات، استانداردها و تعرفه‌های مرتبط با آب تشریح شده است. بخش سوم به راه‌کارهای مدیریت مصرف آب در کاربری‌های غیرخانگی و خانگی اختصاص دارد. لازم به ذکر است راه‌کارهای عمومی مدیریت مصرف آب در کاربری‌های غیرخانگی معرفی شده‌اند. با توجه به اینکه، در مشاغل و محیط‌های کاری مختلف، آب به شیوه‌های متفاوتی مصرف و یا به هدر می‌رود، این بخش از راهنما، صرفاً به توصیه‌های عمومی می‌پردازد.

در تهیه این راهنما، افراد مختلفی مشارکت داشته‌اند. بدین وسیله به طور خاص از زحمات دکتر محبوبه زارع‌زاده، مدیر گروه مدیریت مصرف و توسعه‌های فناوری‌های نوین آب و آبفا، دکتر نیروبخش، کارشناس گروه بهبود بهره‌وری آب و آبفا و مهندس سینا روزبهانی کارشناس گروه مدیریت مصرف و توسعه فناوری‌های نوین آب و آبفا، وزارت نیرو که در تهیه متن این راهنما و اطلاعات درج شده در آن مشارکت کردند، قدردانی می‌گردد. آگاهی بخشی، گام نخست و بنیادین در حرکت به سوی توسعه پایدار و حفاظت از منابع آب است. امیدوار هستیم که تهیه این راهنما بتواند در ارتقای آگاهی عمومی اقبال مختلف جامعه در خصوص محدودیت منابع آب کشور و شیوه‌های مدیریت مصرف آب، نقش موثری ایفا نماید.

بسمه‌زهرايي

مدیرکل دفتر مدیریت مصرف و ارتقای بهره‌وری آب و آبفای وزارت نیرو

بهار ۱۳۹۹

بخش اول:

مفاهیم پایه در مورد منابع و مصارف آب

۱-۱- اصطلاحات کلیدی

چرخه آب: حرکت و گردش آب در بخش‌های مختلف کره زمین، چرخه آب نامیده می‌شود.

حوضه آبریز: بخشی از خشکی است که تمام آب بارش یافته بر روی آن به سمت یک نقطه مشخص جاری شده و از آن نقطه خارج می‌شود یا در آن جمع شده و تشکیل دریاچه یا تالاب می‌دهد.

منابع آب تجدید پذیر: مقدار آبی که سالانه به منابع آب سطحی و زیرزمینی تغذیه می‌شود.

فاضلاب: آب خروجی از فرآیندهای مصرفی در بخش‌های شرب، صنعت، کشاورزی و یا خدمات، فاضلاب نامیده می‌شود، دچار تغییر در کمیت یا کیفیت می‌شود و خواص فیزیکی، شیمیایی یا بیولوژیکی آن ممکن است تغییر کند به نحوی که به طور مستقیم برای مصرف مجدد، قابل استفاده نباشد.

آب خاکستری: به فاضلاب تولید شده در داخل منزل غیر از فاضلاب انسانی، آب خاکستری اطلاق می‌شود. به عبارت دیگر آب خروجی ناشی از فعالیت‌های معمول روزانه نظیر رختشویی، شیرهای آب روشویی و سینک ظرفشویی و حمام کردن را آب خاکستری می‌نامند.

آب سیاه: فاضلابی است که با پسماند توالت‌ها مخلوط شده است.

پساب: فاضلاب تصفیه شده برای استفاده مجدد یا تخلیه به طبیعت را پساب می‌نامند.

آب مجازی: آب مصرفی در فرآیند تولید کالاهای مختلف را آب مجازی می‌نامند.

کم آبی: کم آبی به معنی عدم وجود آب کافی برای تامین نیازهای آبی است.

گرمایش جهانی: معادل گرم شدن زمین است که منجر به افزایش میانگین دمای زمین و سطح اقیانوس‌ها شده است. پدیده گرمایش جهانی ناشی از افزایش سهم گازهای گلخانه‌ای از گازهای تشکیل دهنده اتمسفر است.

تغییر اقلیم: عبارت است از هر تغییر مشخص در الگوهای مورد انتظار برای وضعیت میانگین آب و هوایی که در طولانی مدت در یک منطقه خاص یا برای کل اقلیم جهانی رخ بدهد.

توسعه پایدار: توسعه‌ای است که نیازهای زمان حال را بدون اینکه توانایی نسل‌های آینده در تامین نیازهای‌شان را به مخاطره اندازد، فراهم می‌کند.

سرانه مصرف آب خانگی: مقدار متوسط مصرف آب یک نفر در طول شبانه روز، سرانه مصرف آب خانگی نامیده می‌شود.

سرانه منابع آب تجدید پذیر: میزان منابع آب تجدید پذیر موجود در هر کشور یا منطقه جغرافیایی به ازای هر نفر را سرانه منابع آب تجدیدپذیر می‌نامند.

کاهنده مصرف آب: ابزارهای کم کننده مصرف آب در شیرآلات بهداشتی را کاهنده مصرف آب می‌نامند.

واحد اندازه گیری حجم آب: حجم آب بر حسب متر مکعب یا لیتر سنجیده می‌شود. هر متر مکعب برابر ۱۰۰۰ لیتر و هر لیتر معادل ۵ لیوان پر است. به عنوان یک مثال ملموس، هر بطری آب معدنی خانواده، ۱/۵ لیتر آب در خود جای می‌دهد. هر متر مکعب تقریباً برابر ۶۶۷ بطری آب معدنی خانواده است.

۱-۲- وضعیت کلی منابع آب جهان و ایران

آب یک منبع طبیعی، کمیاب و حیاتی و درعین حال تجدیدپذیر است که انسان بطور مستمر در هر زمان و مکان به آن نیاز دارد. مطابق با گزارش جهانی توسعه آب سازمان ملل متحد، از کل آب‌های موجود در جهان، بیش از ۹۷٪ آب‌های شور اقیانوس‌ها و دریاها بوده و تنها کمتر از سه درصد آن آب شیرین است. از این مقدار بسیار محدود نیز، حدود ۶۷ درصد آن در قالب یخچال‌های طبیعی و پوشش دائمی برف از دسترس خارج است. بنابراین حجم کل آب‌های شیرین جهان که با هزینه‌های معقول و فن آوری‌های موجود قابل بهره‌برداری توسط انسان هستند، بالغ بر ۳۵ میلیون کیلومتر مکعب است، کمتر از ۱٪ از کل منابع آبی جهان بشمار می‌آید این به معنای آن است که حجم کل آب‌های شیرین جهان تنها به اندازه یک کره به شعاع ۲۰۲ کیلومتر (یعنی فاصله حدودی تهران تا سمنان) می‌باشد. لازم به ذکر است که اگرچه فن آوری‌هایی برای نمک زدایی از آب دریا ابداع شده و سالهاست که مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی هزینه آب تامین شده با استفاده از این روش‌ها هنوز به حدی است که استفاده از آنها برای بسیاری از فعالیت‌های تولیدی کشاورزی و حتی صنعتی مقرون به صرفه نیست. برای نمک زدایی آب دریا، مقدار زیادی سوخت‌های فسیلی باید مصرف شود که باعث گران شدن آب نمک زدایی شده می‌شود و آلودگی محیط زیست و گرمایش جهانی را تشدید می‌کند.

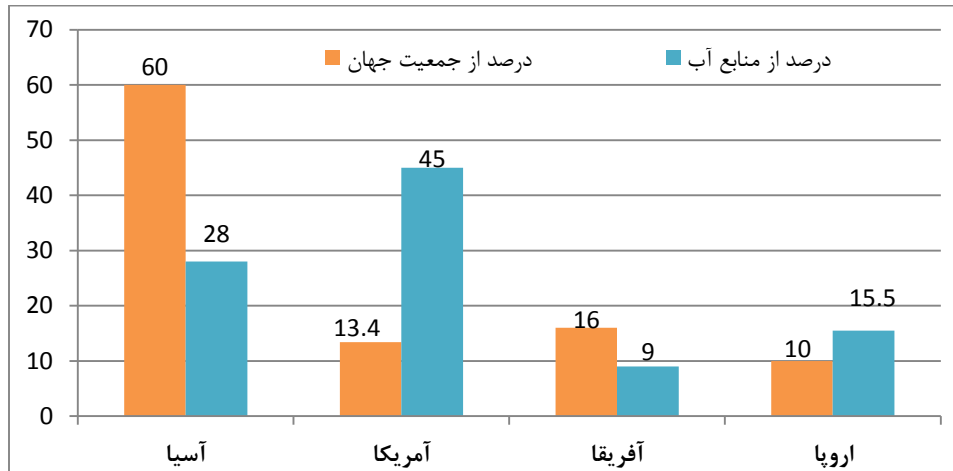


حجم کل آب‌های شیرین جهان که با هزینه‌های معقول و فن آوری‌های موجود قابل بهره‌برداری هستند، کمتر از ۱٪ از کل منابع آبی جهان است.



در بسیاری از مناطق جهان، توزیع زمانی و مکانی بارش‌ها با پراکندگی مراکز جمعیتی و محل‌های مصرف آب تطابق ندارد. امروز در حدود ۷/۵ میلیارد نفر بر روی زمین زندگی می‌کنند. این جمعیت با نرخ ۱/۱۱ درصد در سال در حال افزایش است. در شکل (۱)، توزیع نامتوازن جمعیت و منابع آب در قاره‌های مختلف نشان داده شده است. همانطور که در این شکل نشان داده شده است، قاره آسیا، کم‌ترین سهم سرانه منابع آب را نسبت به همه قاره‌ها داراست. مشابه ناهمگونی توزیع جمعیت و منابع آب قاره‌های مختلف که در شکل (۱) نشان داده شد، در داخل کشور ایران نیز قابل مشاهده است که در ادامه این نوشتار به آن پرداخته شده است. با در نظر گرفتن محدودیت منابع آب در جهان و همچنین باتوجه به رشد روزافزون جمعیت و نیاز به آب برای حفظ سلامتی و بهداشت و تامین غذای این جمعیت، حفظ پایداری منابع آب از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به ضرورت تأمین آب برای توسعه، ناهمگونی و عدم توازن بین منابع و مصارف آب، مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک

مشکلات اساسی را بر سر راه توسعه پایدار ایجاد نموده است. آب نه تنها برای انسان‌ها، بلکه برای پایداری محیط زیست و حفظ حیات گونه‌های مختلف جانداران، یک منبع مهم به شمار می‌آید.



شکل ۱: درصد منابع آب و جمعیت در قاره‌های مختلف

(قاره اقیانوسیه به دلیل سهم اندک از جمعیت و منابع آب در شکل نشان داده نشده است)

بخش عمده‌ای از عدم تعادل در منابع و مصارف آب، ناشی از محدودیت ذاتی منابع آب در مناطق خشک و نیمه خشک کره زمین و وقوع خشکسالی‌هاست و بخش دیگر، متأثر از اقدامات و فعالیت‌های انسانی است که کمیت و کیفیت منابع آب را متاثر می‌کند. از جمله این اقدامات و فعالیت‌ها می‌توان به بهره‌برداری بی‌رویه از منابع و ذخایر موجود آب‌های سطحی و زیرزمینی و آلودگی منابع آب از طریق تخلیه فاضلاب‌ها اشاره کرد. در مناطقی که انسان‌ها بیش از حد از منابع آب بهره‌برداری و یا آن را آلوده کرده‌اند، حیات سایر جانداران به مخاطره افتاده است که خود اثرات نامطلوبی روی کیفیت زندگی انسان نیز گذاشته است. بررسی آمار و ارقام موجود نشان می‌دهد بیش از ۲/۵ میلیارد نفر از مردم جهان از دسترسی به آب سالم و حدود ۱/۲ میلیارد نفر از دسترسی به آب کافی محروم هستند. براساس پیش‌بینی‌های انجام‌شده، در صورت تداوم روند جاری تا سال ۲۰۲۵، دو سوم مردم جهان با بحران کم‌آبی مواجه خواهند شد.

کشور پهناور ایران با قرارگرفتن در منطقه‌ای بین عرض‌های ۲۵ تا ۴۰ درجه نیمکره شمالی زمین و دوری از عرض‌ها بالا و آب و هوای سرد شمالی و همچنین تأثیر پذیری از شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای و نیز بادهای گرم و خشک جنوب غرب آسیا، دارای تنوع قابل توجهی در آب و هوا و اقلیم، از معتدل تا نیمه خشک و خشک است. وضعیت توپوگرافیک، توزیع زمانی و مکانی بارش‌ها و همچنین کمیت منابع آب یکی از عوامل تأثیرگذار بر آب و هوای کشور است. باتوجه به جمیع شرایط، بیش از دو سوم از پهنه کشور دارای آب هوای خشک و نیمه خشک است. سهم ایران از جمعیت جهان ۱٪ و از منابع آب شیرین فقط ۰/۲ درصد است، لذا کاهش سرانه منابع آب تجدید شونده، گسترش منابع آلوده کننده آب و اضافه برداشت از منابع زیرزمینی ازجمله عمده‌ترین چالش‌های

موجود در حفاظت از منابع آب کشور است. شکل (۲) توزیع جمعیت و منابع آب تجدید پذیر در حوضه های آبریز اصلی کشور را نشان می دهد.

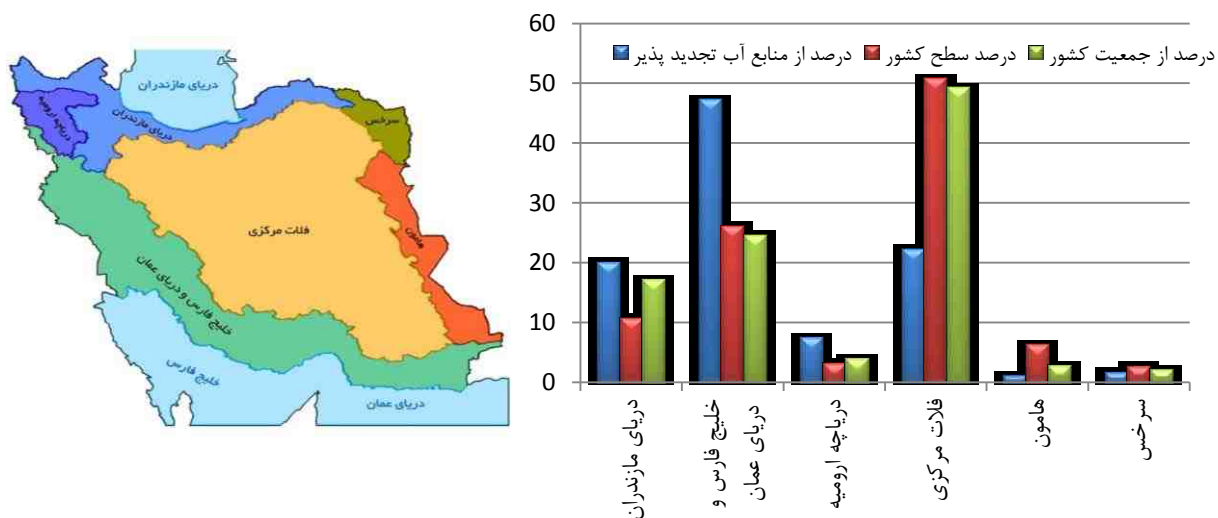
متوسط حجم آب برداشت شده سالانه از منابع سطحی و زیرزمینی برای مصارف شرب، صنعت و کشاورزی مجموعاً حدود ۹۶ میلیارد مترمکعب است؛ که ۸۸/۸ میلیارد آن مربوط به کشاورزی با راندمان متوسط ۳۰ درصد، ۶ میلیارد مربوط به آب شرب و بهداشت با هدررفت حدود ۱۳ درصد از شبکه های توزیع و انتقال آب و ۱/۲ میلیارد مربوط به صنعت می باشد. شکل (۳) میزان مصارف آب در بخش های مختلف کشاورزی، شرب و خدمات و صنعت، میزان منابع آب تجدیدپذیر سطحی و زیرزمینی و نیز آب قابل برنامه ریزی سطحی و زیرزمینی بخش کشاورزی را در هر یک از استان های کشور نشان می دهد.



پیش از ۹۹ درصد جمعیت شهری و نزدیک به ۸۵ درصد جمعیت روستایی کشور تحت پوشش شبکه آبرسانی هستند.



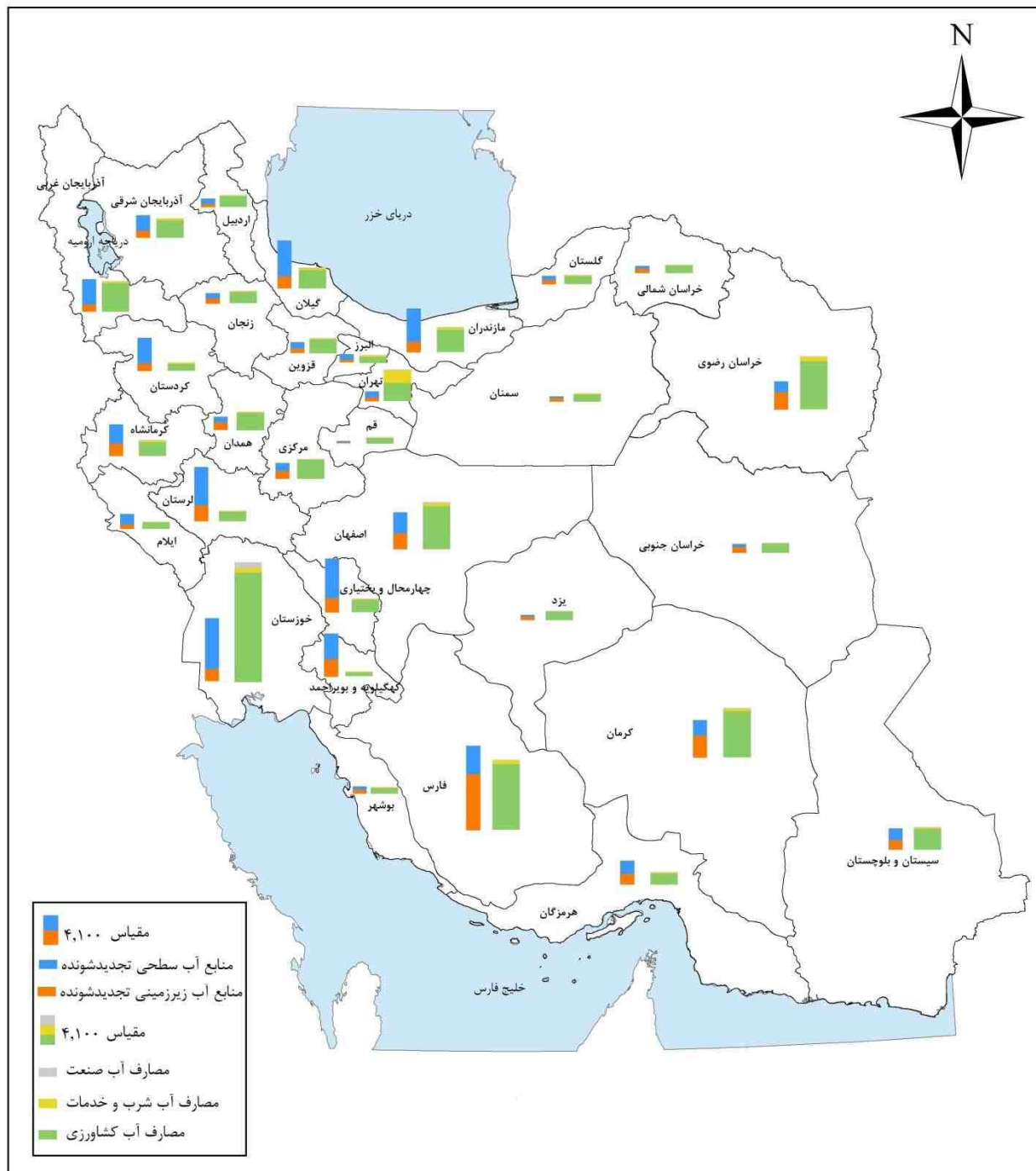
باتوجه به حجم منابع آب تجدیدشونده کشور که حدود ۱۱۶ میلیارد مترمکعب برآورد می گردد، حجم برداشت های آب، نزدیک به ۸۳ درصد از کل منابع آب تجدیدشونده را تشکیل می دهد.



شکل ۲: توزیع سطح، جمعیت و منابع آب تجدید پذیر (راست) در حوضه های آبریز اصلی ایران (چپ)

همانطور که در این شکل نشان داده شده است حوضه آبریز فلات مرکزی ایران که محل اسکان نزدیک به نیمی از جمعیت ایران است، تنها ۲۵ درصد منابع آب تجدید پذیر کشور را داراست. در نقطه مقابل، حوضه آبریز خلیج

فارس و دریای عمان، با در اختیار داشتن حدود ۵۰ درصد منابع آب تجدید پذیر کشور، تنها حدود ۲۵ درصد جمعیت را در خود اسکان داده است.



شکل ۳: مصارف آب شرب، صنعت و کشاورزی و منابع آب تجدید پذیر استان ها (میلیون متر مکعب)

(دفتر مطالعات پایه شرکت مدیریت منابع آب)

۳-۱- چرخه آب

گردش آب در طبیعت که به آن چرخه آب گفته می‌شود، عبارت است از حرکت و جابجایی آب در قسمت‌های مختلف کره زمین. این چرخه تحت تأثیر نیروهای متفاوتی از جمله نیروی جاذبه، نیروی ثقل، تغییرات فشار و انرژی خورشیدی به طور پیوسته روی کره زمین در حرکت است. چرخه آب در واقع یک سیکل بدون ابتدا و انتها است. بدین ترتیب که آب از سطح دریاها و خشکی‌ها، تبخیر و وارد اتمسفر می‌شود. سپس بخار آب موجود در جو طی فرآیندهای گوناگون متراکم شده و به صورت نزولات جوی روی سطح زمین، روی سطوح پوشیده شده از گیاهان یا بر سطح دریاها و اقیانوس‌ها فرو می‌ریزد. سپس نزولات جوی که به سطح زمین می‌رسد، ممکن است روی آن جاری شود که به آن رواناب گفته می‌شود و یا در خاک نفوذ کند. مقداری از آب که در داخل خاک نفوذ می‌کند یا بر اثر تبخیر به هوا بر می‌گردد یا وارد منابع آب زیرزمینی می‌شود که بخشی از آن، از طریق چشمه‌ها یا تراوش به داخل رودخانه‌ها مجدداً در سطح زمین ظاهر می‌گردد.



در تمام این موارد آب با تبخیر و بازگشت مجدد به اتمسفر، سیکل هیدرولوژی یا گردش آب در طبیعت را تکمیل می‌کند. شکل (۴)، نموداری از چرخه هیدرولوژی است که نقل و انتقالات آب در طبیعت را نشان می‌دهد. همانطور که در این شکل پیداست، عناصر مهم گردش آب در طبیعت عبارتند از: بارش، رواناب، تبخیر و تعرق، نفوذ، و جریان‌های زیرزمینی. در ادامه هر یک از این اجزا به طور خلاصه معرفی شده‌اند.

شکل ۴: اجزای اصلی چرخه آب در طبیعت

بارندگی: مقدار آبی است که از سطح خشکی‌ها و دریاها تبخیر می‌شود، در داخل جو به طور موقت بصورت بخار ذخیره می‌گردد. این بخار آب موجود در جو طی فرآیندهای فیزیکی مختلف متراکم شده و به شکل ابر در می‌آید. پس از اشباع شدن ابر، قطرات آب یا ذرات یخ تشکیل شده بصورت باران، برف، تگرگ و دیگر انواع بارش را شکل می‌دهد و دوباره به زمین بر می‌گردند.

رواناب: معمولاً بخشی از باران به زمین نفوذ می‌کند، اما وقتی باران به زمین کاملاً خیس یا غیر قابل نفوذ برخورد می‌کند، مانند جاده‌ی آسفالت‌ه و یا پشت‌بام خانه‌ها، شروع به جاری شدن در جهت شیب خواهد کرد. رواناب در مسیر حرکت روی زمین، رسوب و دانه‌های خاک را نیز با خود حمل می‌کند و به داخل رودخانه می‌آورد. این رواناب راه خود را برای بازگشت به اقیانوس شروع کرده است. رواناب‌های سطحی توسط عوامل هواشناسی، زمین‌شناسی و عوارض زمین (پستی‌ها و بلندی‌ها) متأثر می‌شوند. فقط حدود یک سوم بارندگی روی خشکی‌ها

به نه‌رها و رودخانه‌ها می‌رسند و از آنجا به اقیانوس‌ها باز می‌گردند. دو سوم دیگر، تبخیر می‌شوند، تعرق پیدا می‌کنند و یا به داخل آب‌های زیرزمینی نفوذ می‌یابند. رواناب‌های سطحی توسط انسان‌ها هم برای موارد مختلف مصرف می‌شوند.

تبخیر: به تبدیل شدن مایع به بخار، تبخیر گفته می‌شود که یکی از پارامترهای مهم در چرخه آب است. تبخیر ممکن است از سطح آب، خاک، سطح مرطوب گیاهان، آب زیرزمینی و برف اتفاق افتد. از عوامل مؤثر بر این فرآیند می‌توان به دمای هوا، سرعت باد و تابش خورشید اشاره کرد.



حدود ۷۰ درصد بارشی که به شکل باران و برف روی کشور ایران می‌بارد، تبدیل به تبخیر و تعرق شده و فرصت تغذیه منابع آب سطحی و زیرزمینی را پیدا نمی‌کند.



تعرق: گیاهان آب را از خاک و از طریق ریشه جذب می‌کنند و طی فرایند فتوسنتز، بخار آب را از روزنه‌ها خارج می‌کنند. تبخیر هم در روز و هم در شب صورت می‌گیرد اما تعرق فقط در روز انجام می‌گیرد. مطالعات نشان داده است که تبخیر از اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها نزدیک به ۹۰ درصد رطوبت اتمسفر را تشکیل می‌دهند و ۱۰ درصد باقی مانده از تعرق گیاهان می‌باشد. جدا کردن مقدار تبخیر و تعرق مشکل یا تقریباً غیرممکن است، به این خاطر مقدار تبخیر و تعرق را با هم در نظر می‌گیرند و به آن "تبخیر و تعرق" می‌گویند. بجز عوامل مؤثر بر تبخیر، سطح برگ گیاهان، دمای هوا، سن گیاه و رنگ برگ‌ها نیز بر تعرق تاثیر گذارند.

نفوذ: بخشی از آب که به شکل باران و برف بر روی خشکی‌ها می‌بارند، به سطح زیرین خاک و سنگ نفوذ می‌یابند. مقدار این نفوذ بستگی به عوامل متعددی از جمله رطوبت خاک قبل از شروع نفوذ، پوشش زمین، جنس و ساختمان دانه‌های خاک و شیب زمین دارد. بخشی از آبی که نفوذ می‌کند در لایه‌ی سطحی کم عمق می‌ماند و ممکن است به درون یک نهر یا رود نشت پیدا کند. بخش دیگری از آب ممکن است به اعماق پایین‌تر برود و آبخوان‌های زیرزمینی را تغذیه نماید.



۵۷ درصد آب شرب شهری، ۸۳ درصد آب شرب روستایی و ۶۳ درصد آب مصرفی صنایع ایران از آب زیرزمینی تأمین می‌شود.

منابع آب زیرزمینی: فضای خالی بین دانه های خاک می تواند محلی برای ذخیره شدن آب باشد. در صورتی که لایه ای از خاک متخلخل که می تواند جریان آب نفوذ کرده به خاک را از خود عبور دهد، روی یک لایه نفوذ ناپذیر قرار گیرد، یک لایه خاک تشکیل می شود که همه فضاهای خالی بین دانه های آن با آب پر شده است. به این لایه اشباع، آبخوان می گویند. اگر آبخوان ها به اندازه کافی متخلخل باشند که آب بتواند به داخل آنها نفوذ کند، مردم می توانند با حفر چاه از آب این آبخوان ها استفاده نمایند. بنابراین، آبی که از چاه استخراج می شود، آبی است که از فضاهای خالی بین دانه های خاک تخلیه می شود. آب می تواند مسافت زیادی را در زیر سطح زمین سفر کند و به عنوان ذخیره ی آب زیرزمینی برای مدت طولانی بدون بازگشت به سطح زمین به حساب آید. حرکت آب در خاک بسیار کندتر از روی سطح زمین است و به همین دلیل جایگزینی آب در منابع آب زیرزمینی ممکن است سال ها به طول انجامد.



نکته مهمی که در مورد چرخه آب باید مورد توجه قرار گیرد این است که حجم آب ثابتی در این چرخه در حرکت است و نه چیزی به آن اضافه می شود و نه چیزی از آن کم می شود. این بدان معنی است که میلیون ها سال است که یک حجم ثابت آب در این چرخه در گردش است. آلودگی هایی که به آب اضافه می شود در داخل این چرخه طبیعی پالایش می شوند هر چند که آلودگی های نویدیدی که انسان با آب اضافه می کند، ممکن است در داخل این چرخه باقی بماند و طبیعت توان حذف آن را نداشته باشد.

۱-۴- چرخه آب شهری

شاید برای اکثر مردم دسترسی به آب لوله کشی یک امر بدیهی باشد، اما برای تحقق این امر تلاش بسیار و سرمایه گذاری فراوانی صورت گرفته است. منابع اصلی تأمین آبی که در نهایت به خانه های مردم می رسد، آب های سطحی و زیرزمینی هستند. در مواردی که آب سطحی تأمین کننده آب شهری است، به دلیل تمرکز جمعیت زیادی در شهرهای بزرگ و نیاز آبی بالای منطقه ای که به طور طبیعی توان تأمین آب در حد مورد نیاز را ندارد، معمولاً نیاز به احداث سد در مناطق کوهستانی دور دست است و سپس آب ذخیره شده در سد باید از طریق احداث تونل، خط لوله یا نظایر آن باید به شهر منتقل شود. قبل از توزیع آب در شهر، با در نظر گرفتن کیفیت آب انتقال داده شده، فرآیندهای مختلف تصفیه باید روی آب انتقالی از سدها اعمال شود. این امر معمولاً در یک یا چند تصفیه خانه بزرگ در حاشیه شهرها صورت می گیرد. سپس از طریق مجموعه ای از مخازن کوچکتر که در

سطح شهرها پراکنده هستند و خطوط لوله، آب تصفیه شده بین مشترکین توزیع می‌شود. در طراحی و اجرای شبکه‌های توزیع آب، عوامل سرعت آب، فشار آب، دبی طراحی لوله، حداقل قطر لوله‌ها و پارامترهای تاثیرگذار دیگر باید لحاظ شود. شبکه‌های توزیع آب در قسمت‌های مختلف نقاط شهری دارای مختصات و جغرافیای خاص است که باید فشار مورد نظر طراحی برای تمام نقاط به اندازه کافی تامین شود.

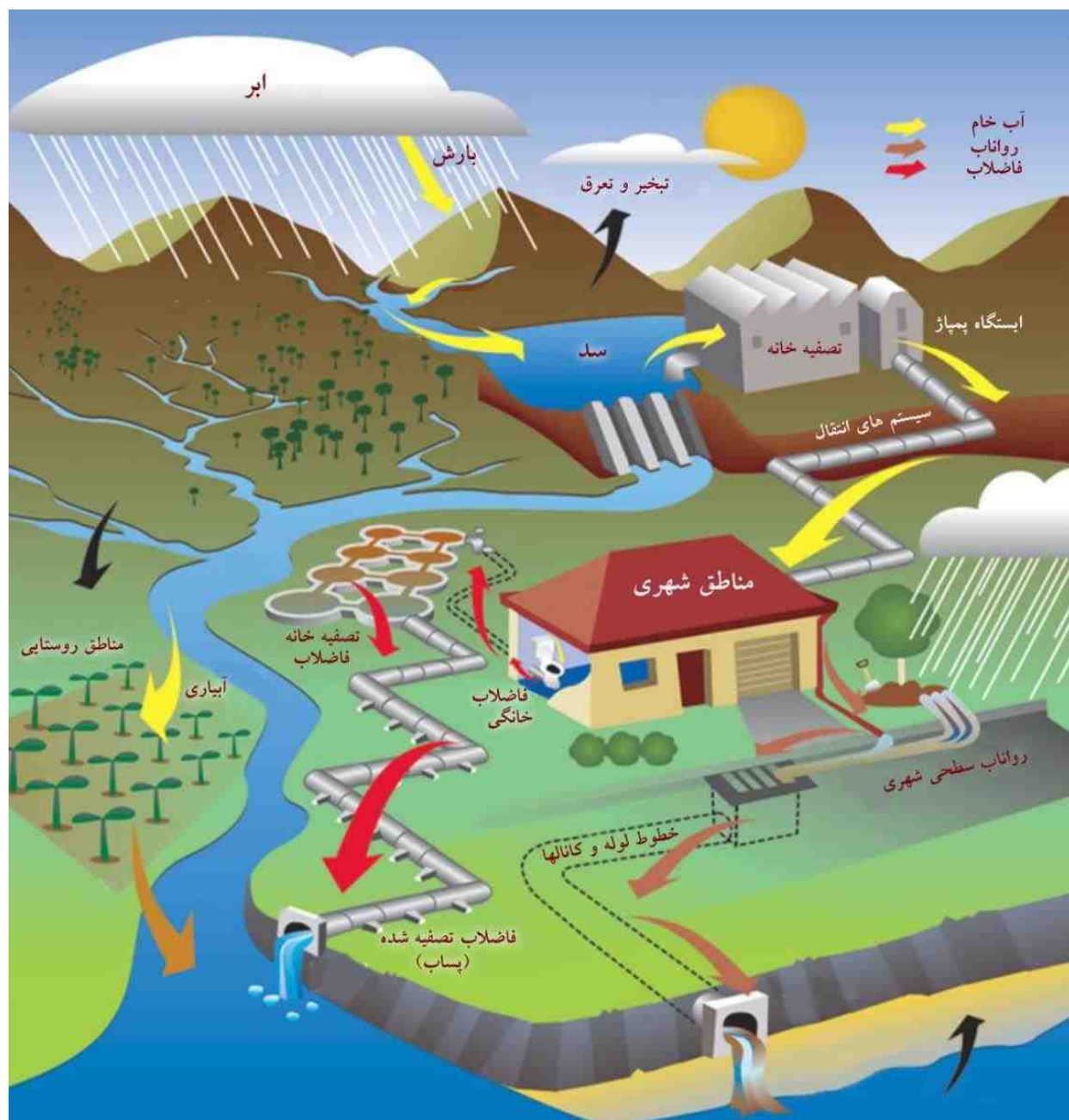
به جز آبی که صرف آبیاری فضای سبز منازل و پارک‌ها می‌شود و یا آبی که در سیستم‌های تهویه و یا از سطوح در شهرها تبخیر می‌شوند، عمده آب مصرفی در شهرها، پس از اینکه در فرآیندهای مختلف شستشو، پخت و پز و ...، آلوده می‌شوند، به شکل فاضلاب دفع می‌شود. روش‌های مختلف برای دفع فاضلاب در شهرها مورد استفاده قرار می‌گیرد. از گذشته‌های دور، فاضلاب تولیدی خانه‌ها، به چاه‌های جذبی دفع فاضلاب، هدایت و از محیط خانه دور می‌شد. چاه‌های جذبی در واقع، فاضلاب هر ساختمان را به آب زیرزمینی تغذیه می‌کند. هرچند امروزه فاضلاب‌های خانگی مورد تصفیه، بازیافت و بازچرخانی قرار می‌گیرند، اما چاه‌های جذبی فاضلاب هنوز در مناطق وسیعی از کشور مورد استفاده قرار می‌گیرند. شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب، فاضلاب ساختمان‌ها را جمع‌آوری کرده و به تصفیه‌خانه منتقل می‌کنند و طی فرآیندهای مختلف برای استفاده مجدد در فعالیت‌های کشاورزی یا صنعتی و یا برای تخلیه به طبیعت تصفیه می‌شود. به فاضلاب تصفیه شده، پساب گفته می‌شود. در برخی از کشورها، فاضلاب شهری برای توزیع مجدد در شبکه آب شرب هم تصفیه می‌شود که البته این کار نیازمند بهره‌گیری از فرآیندهای بسیار پیشرفته تصفیه است. شکل (۵)، به طور شماتیک، سیستم تامین آب سطحی به شهر و دفع فاضلاب آن را نشان می‌دهد.

در برخی از شهرها و بسیاری از روستاها، منابع آب زیرزمینی برای تامین آب شرب و بهداشت مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه معمولاً چاه‌های متعدد و پراکنده برای تامین آب شرب شهرها لازم است، امکان تصفیه متمرکز آب زیرزمینی وجود ندارد و بدلیل کیفیت بهتر منابع آب زیرزمینی، گاهی تصفیه به شکلی که برای آب‌های سطحی مورد استفاده قرار می‌گیرد، مورد نیاز هم نیست. به همین دلایل، آب برداشتی از چاه‌ها، در اکثر موارد بعد از کلرزنی مستقیماً در شبکه‌های توزیع آب تزریق می‌شود. به همین دلیل حفاظت کیفی از منابع آب زیرزمینی که تامین کننده آب شهرها و روستاها هستند از اهمیتی دوچندان برخوردار است.

۱-۴-۱- تصفیه آب

تصفیه آب دارای سابقه‌ای بسیار طولانی و قدیمی است. برخی بر این باورند که تاریخ تصفیه آب به حدود دو هزار سال پیش از میلاد مسیح می‌رسد. مراحل تصفیه در آن زمان شامل جوشاندن و صاف کردن آب بوده است. شهر پیزلی در اسکاتلند به عنوان اولین شهری که آب مصرفی آن مورد تصفیه قرار گرفت، شهرت دارد. سیستم تصفیه آب متشکل از عملیات ته‌نشینی بود که متعاقب آن فیلتراسیون انجام می‌شد. این سیستم تصفیه در سال ۱۸۰۴ میلادی آغاز به کار کرد. با توجه به یافته‌های کخ و پاستور مبنی بر اینکه میکروارگانیسم‌ها عامل اصلی ایجاد بیماری هستند و کلر توانائی از بین بردن آنها را دارد، از ابتدای قرن بیستم در اروپا و آمریکا، فرایند کلرزنی به

آبهای آشامیدنی آغاز شد. گندزدایی و استفاده وسیع از کلر در منابع آب مصرفی، باعث کاهش بسیار زیاد مرگ و میر ناشی از بیماری‌هایی با منشأ آبی گردید.



شکل ۵: چرخه آب شهری

فرآیندهایی که برای تصفیه آب آشامیدنی مورد استفاده قرار می‌گیرند، بسته به نوع مصرف و کیفیت آب منبع انتخاب شده، متغیر است. بیشتر آبهای زیرزمینی صاف و عاری از عوامل بیماری‌زا و هم چنین فاقد مقادیر قابل توجهی از مواد آلی هستند. این قبیل آبها را می‌توان با استفاده از حداقل مقدار کلر برای جلوگیری از آلودگی

شبکه-های توزیع، در سیستم‌های آب آشامیدنی مورد استفاده قرار داد. اما گاهی بعضی از آب‌های زیرزمینی حاوی مقادیر زیادی از جامدات محلول، گازها و مقادیر اضافی آهن، منگنز و حتی مواد آلی و میکروبی باشند که به فرایندهای تصفیه پیچیده نیاز است. سیستم تصفیه آب‌های زیرزمینی برای مصرف آشامیدنی شامل هوادهی، سختی‌گیری، فیلتراسیون، گندزدایی و ذخیره‌سازی است. آب‌های سطحی غالباً دارای تنوع بیشتری از آلاینده‌ها نسبت به آب‌های زیرزمینی هستند و به همین دلیل فرایندهای تصفیه ممکن است برای این قبیل آبها پیچیده‌تر باشد. معمولاً میزان جامدات محلول و کدورت در آب‌های سطحی بیش از مقدار تعیین شده توسط استانداردهای آب آشامیدنی است. سیستم تصفیه آب‌های سطحی برای مصرف آشامیدنی معمولاً شامل آشغالگیری، تصفیه شیمیایی مقدماتی، ته‌نشینی، انعقاد و لخته‌سازی، فیلتراسیون، جذب سطحی، گندزدایی و ذخیره‌سازی هستند. در نهایت آخرین واحد موجود در هر تصفیه خانه، واحد ذخیره‌سازی است که پس از آن آب ضدعفونی شده با استفاده از سیستم‌های توزیع آب به دست مصرف کننده می‌رسد.

۱-۴-۲- تصفیه فاضلاب

فاضلابی که در خانه‌ها تولید می‌شود، دو نوع است: آب سیاه و آب خاکستری. آب سیاه، آبی است که با پسماند توالت‌ها مخلوط شده و آب خاکستری به فاضلاب غیر از فاضلاب توالت‌ها، اطلاق می‌شود. آب مصرفی در دوش‌ها، دستشویی‌ها و شیرهای آب روشویی و سینک ظرفشویی، آب خاکستری محسوب می‌شوند. این آب در تماس با مدفوع انسانی نبوده اما حاوی برخی محصولات پاک‌کننده خانگی، روغن، ضایعات غذایی و ... هستند. از آب خاکستری تصفیه شده می‌توان برای آبیاری زیرسطحی فضای سبز، پر کردن فلاش تانک‌های سرویس‌های بهداشتی، شستشوی اتومبیل با کارواش، پر کردن حوض‌های تزئینی (بدون ماهی) و مواردی از این دست استفاده کرد. آب سیاه اما حکایت دیگری دارد و برای تصفیه آن نیاز به سیستم‌های پیشرفته هست. برای این منظور، فاضلاب تولیدی به جای آنکه وارد چاه جذبی شود، وارد سیستم شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهری شده و از آنجا به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری که برای این منظور احداث شده‌اند، منتقل می‌شود. فاضلاب به هر شکلی که تولید شود (خانگی، صنعتی یا بیمارستانی) یک سری آلودگی‌های شیمیایی، فیزیکی و به خصوص بیولوژیکی شامل عوامل میکروبی و تخم انگل‌ها را به همراه دارد. در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب با انجام مراحل متعدد تصفیه فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی، از فاضلاب که ماده‌ای آلوده و بیماری‌زا است، آب سالم و زلال به دست می‌آید. این آب قابلیت استفاده در بخش کشاورزی و فضای سبز جهت آبیاری و یا بخش صنعت را داراست. باتوجه به شیوه طراحی تصفیه‌خانه روش‌های مختلفی برای تصفیه فاضلاب وجود دارد. مراحل تصفیه فاضلاب شهری بطور خلاصه و بدون ذکر تاسیسات جانبی مورد استفاده، عبارتند از:

تصفیه مقدماتی: این مرحله شامل ۲ بخش آشغال‌گیری و دانه‌گیری به شرح زیر است:

- آشغال‌گیری: در این قسمت تکه‌های چوب، پارچه، پلاستیک، قوطی، برگ درختان و ... از فاضلاب جدا می‌شود. این مواد را باید در ابتدای محل ورود فاضلاب به تصفیه‌خانه، جداسازی کرد، زیرا وجود آنها در فاضلاب سبب صدمه به پمپ‌ها و دیگر تجهیزات مکانیکی تصفیه‌خانه می‌شود.

• دانه‌گیری: در فاضلاب موادی همچون شن، ماسه، هسته میوه‌ها و تکه‌های کوچک استخوان وجود دارد که به آنها مواد دانه‌ای می‌گویند. این مواد نیز می‌توانند سبب ساییدگی و فرسایش قطعات مکانیکی تصفیه‌خانه شوند. برای جداسازی این دانه‌ها، سرعت جریان فاضلاب را در داخل کانال‌های خاص کاهش می‌دهند تا مواد دانه‌ای در کف کانال ته‌نشین شوند. دانه‌های ته‌نشین شده را به کمک تسمه نقاله یا پمپ مخصوص به مخزن مناسبی انتقال داده و پس از شستشو دفع می‌کنند.

تصفیه اولیه: مرحله بعدی شامل حذف مواد جامد بسیار ریزی است که به صورت معلق هستند. برای جدا کردن آنها، فاضلاب به یک حوضچه بزرگ قیفی‌شکل به نام حوضچه ته‌نشینی اولیه وارد می‌شود. فاضلاب در این بخش برای مدت دو ساعت باقی می‌ماند و در این مدت قسمت عمده‌ای از جامدات معلق موجود در فاضلاب در کف حوضچه جمع می‌شود که به آنها لجن اولیه می‌گویند. این لجن به وسیله لجن‌روب مکانیکی به قسمت عمیق حوضچه منتقل شده و از آنجا به وسیله پمپ تخلیه و دفع می‌شود. مایع باقی‌مانده در روی لجن‌ها که پساب اولیه نام دارد وارد مرحله تصفیه ثانویه می‌شود.

تصفیه ثانویه: در این مرحله با کمک باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی موجود در فاضلاب مواد آلی محلول را به مواد معدنی قابل ته‌نشینی تبدیل می‌کنند. برای انجام این کار باکتری‌های هوازی به هوای زیادی نیاز دارند که به وسیله هواده‌ها این نیاز برآورده می‌شود. این مرحله را تصفیه بیولوژیکی نیز می‌نامند.

زالال‌سازی نهایی: در این مرحله فاضلاب خروجی از تصفیه ثانویه به حوضچه ته‌نشینی نهایی وارد می‌شود تا لخته‌های متراکم مواد معدنی قابل ته‌نشین، جدا شوند. پساب زالال از روی حوضچه به واحد گندزدایی (ضد عفونی) منتقل می‌شود. این لخته‌ها که در کف حوضچه ته‌نشین شده‌اند، لجن فعال نامیده می‌شوند که قسمتی از آنها به محل ورودی فاضلاب برمی‌گردد تا در عمل تصفیه بیولوژیکی کمک کند و مازاد آن برای دفع به بیرون سیستم منتقل می‌شود و مایع‌رویی آن که اکنون زالال شده برای ضد عفونی به حوضچه گندزدایی هدایت می‌شود.

گندزدایی پساب: برای نابودی و کاهش تعداد میکروارگانیسم‌های موجود در مایع زالال‌سازی شده، از موادی همچون کلر یا ازن و یا اشعه ماورای بنفش استفاده می‌شود. پس از انجام عملیات ضد عفونی از پساب تصفیه شده می‌توان برای آبیاری زمین‌های کشاورزی و فضای سبز، پرورش آبزیان و یا بخش صنعت استفاده کرد.

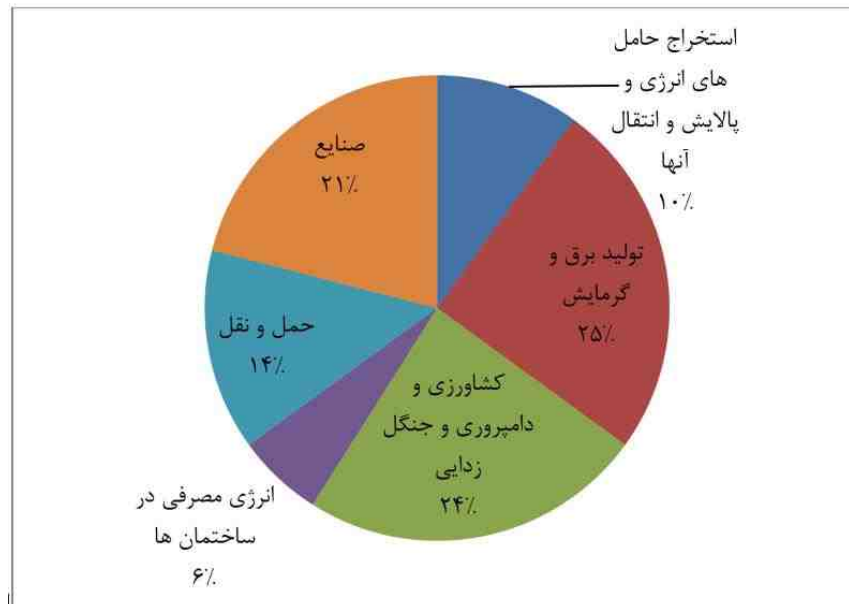


پیش از ۵۰ درصد جمعیت شهری کشور تحت پوشش شبکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب هستند.



۵-۱- تغییر اقلیم و تأثیر آن بر منابع آب و مصارف آب

تغییر اقلیم عبارت است از هر تغییر مشخص در الگوهای مورد انتظار برای وضعیت میانگین آب و هوایی، که در طولانی مدت در یک منطقه خاص یا برای کل اقلیم جهانی رخ بدهد. تغییر اقلیم ناشی از پدیده گرمایش جهانی یا گرم شدن زمین است که منجر به افزایش میانگین دمای زمین و سطح اقیانوس‌ها شده است. پدیده گرمایش جهانی ناشی از افزایش سهم گازهای گلخانه‌ای از گازهای تشکیل دهنده اتمسفر است. اوزون، دی اکسید کربن، متان و بخار آب از جمله گازهای گلخانه‌ای هستند. زمین مقداری از انرژی خورشید را جذب و باقی آن را منعکس می‌کند. در طی این فرایند طول موج نور تغییر پیدا می‌کند. بعضی از گازهای موجود در جو زمین، این تابش خروجی را جذب می‌کنند. افزایش سهم گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر، باعث افزایش سهم جذب بازتابش خروجی انرژی خورشید می‌شود که در درازمدت موجب افزایش دمای کره زمین می‌شود. افزایش گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های صنعتی، حمل و نقل، تولید و مصرف حامل‌های انرژی، فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری و جنگل‌زدایی در حدود ۵ دهه گذشته، منجر به شروع و ادامه فرآیند گرمایش جهانی شده است. در شکل (۶)، سهم عوامل مختلف در افزایش گازهای گلخانه‌ای اتمسفر زمین نشان داده شده است. اقداماتی که منجر به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شوند، در جلوگیری از اثرات منفی این پدیده بر منابع آب اثرگذارند. به طور مثال، کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی با مدیریت مصرف انرژی در ساختمان‌ها، استفاده از وسایل حمل و نقل عمومی و کاهش زباله‌ها از جمله اقداماتی هستند که منجر به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شوند.



شکل ۶: سهم عوامل مختلف در افزایش گازهای گلخانه‌ای اتمسفر زمین (IPCC, ۲۰۱۴)

شکل ۷ تا شکل ۱۰ اثرات تغییر اقلیم بر روی خشک شدن رودخانه‌ها و دریاچه‌های کشور را نشان می‌دهد. البته تنها تغییر اقلیم باعث به وجود آمدن این اتفاقات نبوده و برداشتهای بی رویه از منابع آب نیز بر روی این موضوع اثرگذار بوده است.



شکل ۷: رودخانه سیوند قبل و بعد از خشک شدن



شکل ۸: رودخانه قره آغاج قبل و بعد از خشک شدن



شکل ۹: دریاچه بختگان قبل و بعد از خشک شدن



شکل ۱۰: دریاچه مهارلو قبل و بعد از خشک شدن

گرمایش جهانی با افزایش دمای کره زمین و آب‌های آزاد، منجر به شتاب گرفتن چرخه آب شده است. افزایش دما، منجر به افزایش تبخیر و تعرق شده و همین امر، رژیم بارش‌ها را در اکثر نقاط کره زمین تغییر داده است. تغییر توزیع زمانی و مکانی بارش‌ها، وضعیت کمی و کیفی منابع آب سطحی و زیرزمینی را متاثر کرده است. در کمربند گرم و خشک کره زمین که کشور ایران هم در آن قرار گرفته است، اثرات گرمایش جهانی که موسوم به تغییر اقلیم است عمدتاً به شرح زیر می‌باشد:

- تغییر رژیم بارش: سهم بارش‌های زمستانه و بارش برف کاهش یافته و عمده بارش‌ها در فصول گرم‌تر سال به شکل بارش‌های سبک به وقوع می‌پیوندند.
- افزایش سهم تبخیر و تعرق: به دلیل افزایش دما، تلفات آب به شکل تبخیر و نیاز آبی گیاهان افزایش یافته است.
- کاهش منابع برف و یخ: ذوب منابع برف و یخ در مناطق کوهستانی ناشی از افزایش دما و بالا رفتن خط برف در مناطق کوهستانی از جمله مشخصات پدیده تغییر اقلیم بوده است.
- افزایش پدیده‌های حدی: افزایش فراوانی وقوع و شدت سیلاب‌ها و خشکسالی‌ها از جمله مشخصات تغییر اقلیم ناشی از گرمایش جهانی است. از مثال‌های این نوع پدیده‌ها می‌توان به سیلاب پل دختر در فروردین ۹۸ اشاره کرد (شکل ۱۱).
- افزایش طوفان‌های گرد و غبار: افزایش فراوانی و شدت طوفان‌های گرد و غبار ناشی از خشک شدن دریاچه‌ها و تالاب‌ها و از بین رفتن مراتع و جنگل‌ها است که گرد و غبار استان خوزستان از نمونه‌های آن می‌باشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۱: سیلاب پل دختر فروردین ۹۸



شکل ۱۲: گرد و غبار در استان خوزستان

- فصلی شدن رودخانه‌های دائمی: بسیاری از رودخانه‌های دائمی به دلیل کاهش تغذیه از منابع برفی و چشمه‌ها، در بعضی از ماه‌های سال خشک می‌شوند.
- افت منابع آب زیرزمینی: کم شدن منابع آب‌های سطحی معمولاً منجر به اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی می‌شود. تغییر رژیم بارش‌ها و کاهش رطوبت خاک نیز منجر به کاهش تغذیه منابع آب زیرزمینی از طریق نفوذ آب باران می‌شود. از اثرات این موضوع فرونشست زمین است که به دلیل برداشت بی‌رویه منابع آب از سفره‌های آب زیرزمینی رخ می‌دهد و سبب بروز پدیده‌هایی مثل فروچاله‌ها می‌شود که نمونه آن در استان همدان در شکل (۱۳) نشان داده شده است.



شکل ۱۳: فرونشست زمین در دشت کبودرآهنگ استان همدان

همانطور که پیشتر نیز گفته شد، بررسی آمار و ارقام موجود نشان می‌دهد حدود ۱/۲ میلیارد نفر در جهان با عدم دسترسی به آب سالم روبرو هستند. بر اساس پیش‌بینی‌های انجام شده، در صورت تداوم روند جاری تا سال ۲۰۲۵، دو سوم مردم جهان با بحران کم‌آبی مواجه خواهند شد. حال اگر موضوع تغییر اقلیم و گرمایش جهانی را مدنظر قرار دهیم، متوجه می‌شویم با توجه با بالا رفتن دمای متوسط و تغییر در الگوی زمانی- مکانی بارش‌ها، محدودیت‌های کمی- کیفی منابع آب در کمربند خشک و نیمه خشک کره زمین، تشدید شده و بیشتر هم خواهد شد. پدیده اخیر با توجه به تأثیرگذاری بر حجم منابع آب در برخی کشورها از جمله ایران، باعث تشدید شرایط

بحران آب شده است. این اتفاق و نظایر آن در مناطق کم آب، احتمال بروز تنش‌های منطقه‌ای و گاهی بین‌المللی بر سر موضوع آب را بالا برده است.

به این ترتیب کمبود روزافزون منابع آب با همراه شدن رشد تصاعدی جمعیت و گرایش به سوی توسعه صنعت و فن‌آوری، همگام با گسترش و کاربرد روش‌های پیشرفته کشاورزی، نیاز به آب را در مناطق نسبتاً وسیعی از کشور بیشتر نموده است. در چنین شرایطی و با توجه به کمبود منابع آب قابل دسترس، آلوده شدن منابع آبی موجود در اثر فعالیت‌های مختلف انسانی موجب گردیده که برای تأمین بخشی از نیازهای آبی جوامع استفاده از پساب‌ها و تصفیه و بازچرخانی آنها در دستور کار قرار گیرد، همانطور که در اغلب کشورهای پیشرفته و صنعتی جهان و حتی کشورهایی که با مشکل محدودیت‌های منابع آب نیز روبرو نیستند، بازچرخانی و استفاده مجدد در حال انجام است.

در ایران محدودیت آب قابل دسترس، توزیع غیر یکنواخت آن در سطح کشور، عدم انطباق الگوی شهرنشینی و مراکز سکونت‌گاهی با طرح آمایش سرزمین و منابع آب و نیز نوع و شیوه تولید محصولات زراعی از منظر سازگاری با اقلیم، تأمین آب مورد نیاز را در بسیاری از مناطق کشور مشکل ساخته و به تدریج بر ابعاد آن افزوده است. بروز خشکسالی‌های پی‌درپی در سال‌های اخیر از یک طرف و آلوده شدن منابع آب ناشی از افزایش ورود فاضلاب‌های صنعتی، شهری و بیمارستانی تصفیه نشده و زه‌آب‌های کشاورزی از طرف دیگر، کیفیت منابع آب را به شدت مورد تهدید قرار داده و دسترسی به آب سالم و بهداشتی را با بحران شدیدتری مواجه کرده‌است، بطوری که تأمین آب قابل دسترس و مطمئن برای مصارف مختلف یکی از چالش‌های مهم برای دولت و بالاخص وزارت نیرو محسوب می‌شود.

در ایران، دستیابی به اهداف توسعه پایدار در مدیریت توأمان عرضه و تقاضای آب، حفاظت از منابع ارزشمند و محدود آب و بهره‌برداری بهینه و پایدار از این منابع برای تأمین نیازهای آبی کشور، نیازمند بسیج منابع و امکانات در کلیه عرصه‌ها اعم از قانون‌گذاری، اجرای کارآمد سیاست‌ها، تجهیز نیروی انسانی، تخصیص اعتبارات لازم و همکاری‌های موثر سازمان‌ها و نهادهای ذیربط و به کارگیری تجهیزات به‌روز صنعت آب و فاضلاب، مخصوصاً در بخش‌های تصفیه و ارتقای کیفیت آب و پساب می‌باشد. افزون بر موارد ذکر شده، مهمترین عامل در تضمین دستیابی به پایداری منابع آب، مشارکت مردم و عموم مصرف‌کنندگان آب در حفاظت از منابع آب و صرفه‌جویی در مصرف آن است.

۱-۶- الگوی مصرف آب در بخش شرب و بهداشت و تعریف مفاهیم پایه

شکل (۱۴) توزیع مصارف خانگی و غیرخانگی آب در شهرهای ایران را نشان می‌دهد. تعاریف پایه در مورد الگوی مصرف آب شرب و بهداشت به شرح زیر هستند:

آب تولیدی یا استحصالی، کل آب برداشتی از قنات‌ها، چشمه‌ها و چاه‌ها برای مصارف شرب و بهداشت بعلاوه مقدار آب سطحی تصفیه شده در تصفیه‌خانه‌های آب کشور، آب تولیدی یا استحصالی نامیده می‌شوند.

آب مصرفی یا فروش آب، مقدار آبی است که مصرف‌کنندگان از شبکه‌های توزیع آب برداشت می‌کنند. این میزان آب، از طریق آماربرداری از کنتورهای مصرف در شبکه‌های توزیع آب اندازه‌گیری می‌شود.

مصرف خانگی آب، سهمی از آب تولیدی است که توسط خانوارهای موجود در شهرها و روستاها برای مقاصدی همچون شرب، شستشو، پخت و پز، بهداشت و تهویه، آبیاری فضای سبز خانگی و غیره، برداشت و بر حسب لیتر بر روز اندازه‌گیری می‌شود. جدول (۱) توزیع مصارف مختلف آب در خانه‌ها را بطور متوسط نشان می‌دهد. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود، بیش از ۵۰ درصد مصارف آب خانگی در حمام و سرویس‌های بهداشتی است. مصرف غیرخانگی آب، شامل مصارف در واحدهای صنعتی و تجاری، نظامی، اداری، خدماتی و عمومی، مصارف آب در فضای سبز، آتش‌نشانی، شستشوی معابر و غیره می‌باشد.

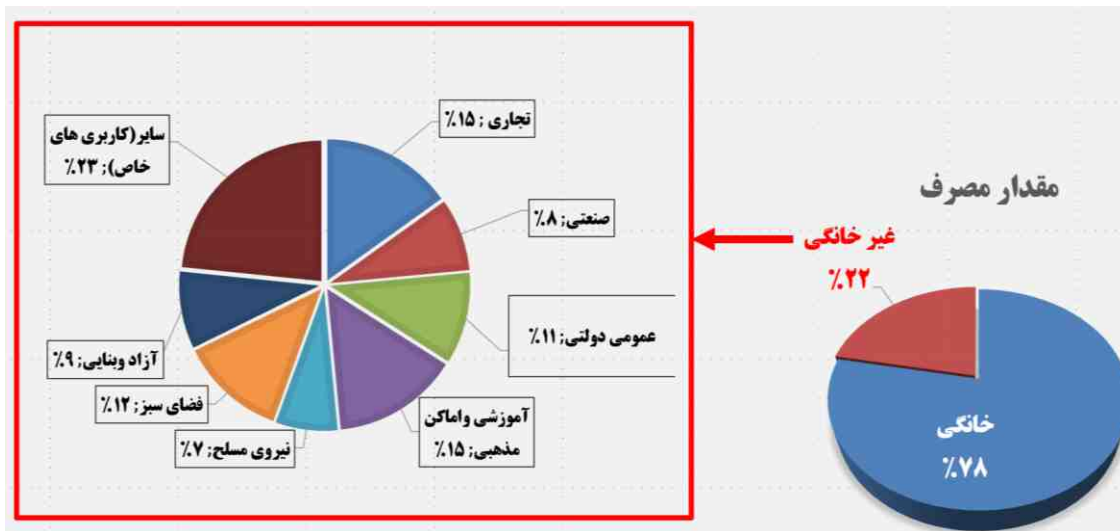
سرانه مصرف آب خانگی: مقدار آب مصرفی هر نفر در یک انشعاب خانگی در شبانه روز بر حسب لیتر برای هر نفر در روز، سرانه مصرف آب خانگی نامیده می‌شود.

اختلاف بین آب تولیدی و آب مصرفی، آب بدون درآمد (آب به حساب نیامده) نامیده می‌شود که در سه بخش زیر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد:

۱- مقدار هدررفت واقعی آب که شامل نشت از خطوط انتقال، شبکه توزیع و انشعابات شبکه‌های توزیع آب و نشت و سرریز از مخازن تأمین شبکه می‌باشد.

۲- مقدار هدررفت ظاهری آب شامل مصارف غیرمجاز، خطا در ثبت، انتقال و محاسبه داده‌ها و آمارها که با عنوان خطای مدیریت داده‌ها و سیستم از آن‌ها یاد می‌شود و نیز خطای سیستم‌های اندازه‌گیری یا کنتورها می‌شود.

۳- مقدار مصارف آب مجاز بدون درآمد که مربوط به مصارف آبی است که معاف از پرداخت آب بها هستند مانند کاربری‌های آموزشی.



شکل ۱۴: توزیع مصارف خانگی و غیر خانگی در شهرهای کشور

جدول ۱: توزیع مصارف مختلف آب در منازل

۱۰٪	ظرفشویی	۳۳٪	استحمام
۷٪	نظافت منزل و آبیاری باغچه	۲۰٪	دستشویی
۳٪	کولر و تهویه	۱۴٪	لباسشویی
۳٪	آشامیدنی و غیره	۱۰٪	پخت و پز

۱-۶-۱ نحوه محاسبه سرانه مصرف آب خانگی مشترکین شبکه های آب

محاسبه میزان سرانه مصرف و تعیین مشترکین کم مصرف و پرمصرف در شهرهای بزرگ که سکونت گاه ها از شکل شخصی و سنتی گذشته به برج ها و مجتمع های مسکونی با کنترلهای مشترک تغییر یافته اند، کاری سخت و پیچیده است. برای این منظور لازم است تا واحدهای مختلف اقدام به نصب کنتور مجزا نمایند. برای ساختمان های مسکونی که هر واحد دارای کنتور مجزاست، سرانه مصرف آب به شکل زیر محاسبه می شود:

- ۱- جمعیت هر شهر و تعداد خانوارهای آن، از آماربرداری های رسمی استخراج می شود و از روی آن، بُعد متوسط خانوار (تعداد متوسط افراد هر خانواده) در هر شهر محاسبه می شود.

۲- برای هر واحد مسکونی، میزان سرانه مصرف، از تقسیم رقم مصرف ثبت شده توسط کنتور بر بعد متوسط هر خانوار در شهر محاسبه می‌شود و با سرانه مطلوب خانگی مقایسه می‌شود و بر همین اساس، پر مصرف یا کم مصرف بودن مشترک، محاسبه و میزان آب بها با توجه به طبقات مختلف مصرف، تعیین می‌شود.

در شرایطی که چندین واحد مسکونی دارای کنتور مشترک باشند، شرکت‌های آب و فاضلاب برای شناسایی مشترکین پر مصرف، به شکل زیر عمل می‌کنند:

۱- جمعیت هر شهر و تعداد خانوارهای آن، از آماربرداری‌های رسمی استخراج می‌شود و از روی آن، بعد متوسط خانوار (تعداد متوسط افراد هر خانواده) در هر شهر محاسبه می‌شود.

۲- تعداد واحدهای مسکونی در هر ساختمان تحت عنوان آحاد شناسایی می‌شود.

۳- برای هر واحد مسکونی، میزان مصرف براساس رقم مصرف ثبت شده توسط کنتور، بر تعداد کل ساکنین که حاصل ضرب تعداد آحاد در بعد متوسط هر خانوار در شهر مورد نظر است، محاسبه و با سرانه مطلوب خانگی مقایسه می‌شود و بر همین اساس، پر مصرف یا کم مصرف بودن مشترک، محاسبه و میزان آب بها، تعیین می‌شود.

مقدار سرانه مصرف آب تابعی از سطح زندگی، فرهنگ، کیفیت، فشار آب، رطوبت هوا و درجه حرارت هوا است که در مناطق مختلف جهان از کمتر از ۱۰۰ تا ۵۰۰ لیتر در شبانه روز متغیر است. سازمان جهانی بهداشت مقدار متوسط سرانه ۱۵۰ لیتر را برای برآوردن نیازهای بهداشتی هر نفر در روز تعیین کرده است.



به استناد مصوبه کارگروه ملی سازگاری با کم آبی، میزان سرانه مطلوب مصرف آب خانگی در کشور، ۱۵۰ لیتر برای هر نفر در هر روز (۷۵۰ لیوان آب) تعیین شده است که برابر با میزان متوسط سرانه خانگی کشور در سال های اخیر نیز است.



۷-۱- ضرورت سازگاری با کم آبی در شهرها

اگر چه میزان کل مصارف آب شهرها و روستاها سهم کمی از کل مصرف آب کشور را به خود اختصاص می‌دهد، ولی به دلیل تمرکز جمعیت زیاد در نواحی که معمولاً منابع آب بسیار محدودی به لحاظ طبیعی دارا هستند، سیستم‌های تامین آب شهرها، بسیار پیچیده و پرهزینه می‌باشند. آب مورد نیاز شهرهای بزرگ معمولاً از حوضه‌های آبریز مجاور و از طریق احداث سد و سامانه‌های انتقال آب، از فواصل طولانی چند ده تا چند صد کیلومتری به تصفیه‌خانه‌ها منتقل و سپس از طریق شبکه توزیع به دست مصرف کننده‌های نهایی که ساکنان

شهرها و روستاها هستند، رسانده می‌شود. علیرغم سرمایه‌گذاری‌های کلان برای این سامانه‌های تامین آب در شهرها، به‌دلیل نوسانات شدید منابع آب سطحی ناشی از بروز دوره‌های خشک و خشکسالی‌ها، بسیاری از شهرها، بخشی از منابع آب مورد نیاز خود را از منابع آب زیرزمینی تامین می‌کنند. برخی از شهرها نیز برای تامین منابع آب خود به طور کامل وابسته به منابع آب زیرزمینی هستند.

در حال حاضر در بسیاری از شهرهای کشور، تامین آب با چالش‌های زیادی مواجه است. جدول (۲) جمعیت و تعداد شهرهای تحت تنش آبی را در سال‌های اخیر نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود، علیرغم وقوع بارش‌های قابل ملاحظه در سال ۱۳۹۸، تعداد شهرها و جمعیت تحت تنش آبی در شهرهای کشور، اعداد قابل توجهی می‌باشند که حاکی از آسیب‌پذیری قابل ملاحظه سیستم‌های تامین آب شهرها در مناطق خشک کشور می‌باشد.

نکته‌ای که در خصوص سازگاری با کم آبی در شهرها حائز اهمیت است این است که منابع آبی که برای تامین آب شرب و سایر مصارف از جمله فضای سبز در بسیاری از شهرها مورد استفاده قرار می‌گیرند، مشترک هستند. بنابراین، اگرچه ممکن است برای تامین آب مصارف غیرشرب مثل فضای سبز از آب تصفیه شده شبکه استفاده نشود، ولی منبع تامین مشترک بوده و مصارف بی‌رویه غیر شرب می‌تواند تامین نیازهای شرب را در درازمدت با مخاطره مواجه نماید.

با توجه به این چالش‌ها و مشکلات پیش آمده، جامعه نیازمند تغییر سبک زندگی است و باید تلاش کرد تا سبک زندگی جدید جامعه همسو با محدودیت‌های منابع آبی کشور در نظر گرفته شود. در همین راستا، در ادامه این راهنما، پیشنهادات مشخصی برای تغییر سبک زندگی متناسب با شرایط کم آبی در کشور ارائه شده است.

جدول ۲: تعداد شهرها و جمعیت تحت تنش آبی در کشور در سال‌های اخیر

(مرجع: شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور)

سال	تعداد شهرهای مواجه با تنش	جمعیت در معرض تنش (میلیون نفر)
۱۳۹۸	۲۳۳	۲۸/۶
۱۳۹۷	۳۳۶	۳۵/۱
۱۳۹۶	۲۸۹	۳۵
۱۳۹۵	۳۰۱	۳۵/۶
۱۳۹۴	۵۴۷	۵۰/۷

بخش دوم: ضوابط استاندارد و تعرفه‌ها

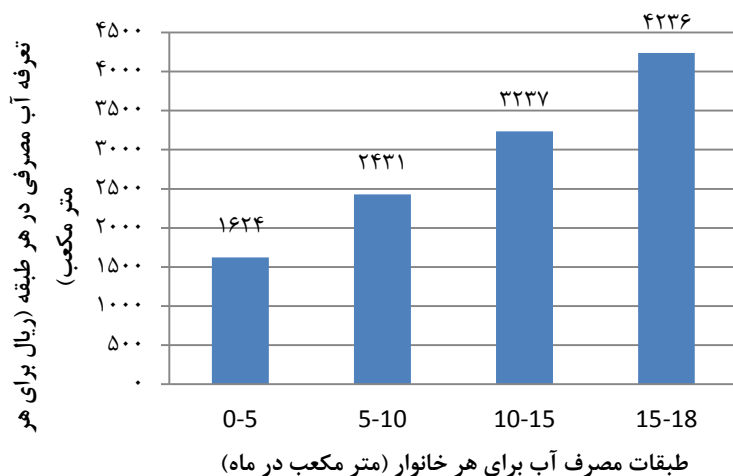
۲-۱- ساختار سازمانی وزارت نیرو و وظیفه شرکت‌های آب منطقه‌ای و آب و فاضلاب

وزارت نیرو یک نهاد چند وجهی است. به عبارت دیگر وظایف مدیریت چند صنعت بزرگ کشور در این وزارتخانه انجام می‌شود که شامل صنعت آب، صنعت برق، صنعت فاضلاب و صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد. وزارت نیرو متولی سیاست‌گذاری‌های کلان و هماهنگی‌های فرابخشی در سطح دولت، در حوزه‌های ذکر شده است. اگرچه مسئولیت سیاست‌گذاری و مدیریت در بخش آب در کشور مستقیماً بر عهده وزارت نیرو است، اما نباید از این موضوع غافل شد که آب یک عرصه چندوجهی و فرابخشی است. مسلماً بدون ایجاد هماهنگی و هم‌افزایی بین نهادهای مختلف ذی‌مدخل در مورد مصرف یا حفاظت از منابع آب از جمله وزارت جهاد کشاورزی، سازمان حفاظت محیط‌زیست، وزارت صنعت معدن، تجارت و شهرداری‌ها، اجرای هماهنگ و موثر برنامه‌های مدیریت منابع آبی در کشور میسر نخواهد بود.

در بخش منابع آب، وزارت نیرو دارای دو مجموعه شرکت است. شرکت مادر تخصصی مدیریت منابع آب ایران و شرکت‌های آب منطقه‌ای در استان‌ها، که وظیفه حفاظت و مدیریت بهره‌برداری از منابع آب سطحی و زیرزمینی و بهره‌برداری از سدها و تاسیسات انتقال آب را بر عهده دارند. در بخش آب و فاضلاب شهری و روستایی، شرکت مادر تخصصی مهندسی آب و فاضلاب کشور و شرکت‌های آب و فاضلاب، وظیفه تصفیه و توزیع آب و جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب را بر عهده دارند. بنابراین، مسائل مربوط به کمیت، کیفیت و تعرفه‌های آب شهری و روستایی مربوط به شرکت‌های آب و فاضلاب هستند.

۲-۲- تعرفه آب خانگی و نحوه محاسبه آن

تا سال ۱۳۹۸ تعرفه آب خانگی شهری و روستایی، بدون توجه خاصی به الگوی مصرف، به صورت پلکانی با روند افزایشی بوده است. اما در پی محدودیت منابع آب کشور، لزوم تعیین و رعایت الگوی مصرف آب خانگی مطرح شد. به همین منظور، در سال ۱۳۹۸، در جهت حرکت به سوی مصرف بهینه آب، براساس مصرف سرانه ۱۵۰ لیتر در شبانه روز به ازای هر فرد و با توجه به بعد خانوار، تعیین و ابلاغ شد. این الگو در استان‌ها بین ۱۳ تا ۱۸ مترمکعب به ازای هر خانوار در نظر گرفته شده است (جدول ۳).



در گام دیگر باتوجه به الگوی مصرف تعیین شده، دو جدول تعرفه مستقل برای محاسبه آب برای خانوار ابلاغ گردید. اولین جدول ابلاغی مربوط به مصرف ابلاغی بوده است که الگوی دامنه الگوی مصرف مطلوب آب مصرف کرده‌اند (شکل ۱۵).

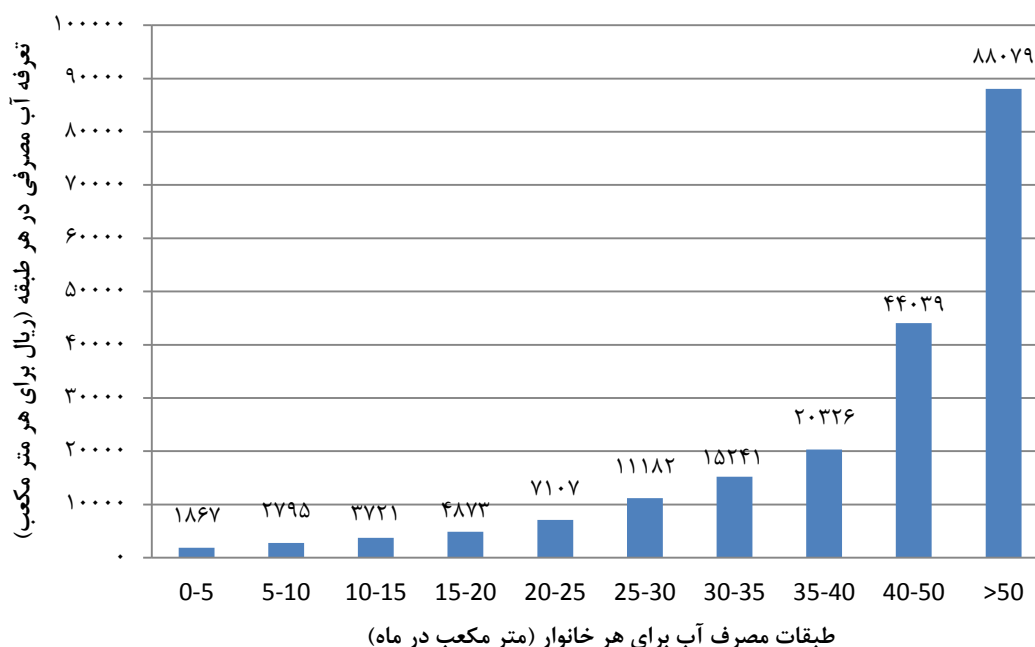
شکل ۱۵: تعرفه آب خانگی در دامنه الگوی مصرف مطلوب

جدول ۳: الگوی مصرف مطلوب خانوار در استان‌های مختلف کشور

نام استان	الگوی مصرف مطلوب (متر مکعب در ماه)	نام استان	الگوی مصرف مطلوب (متر مکعب در ماه)
آذربایجان شرقی	۱۴	فارس	۱۵
آذربایجان غربی	۱۵	قزوین	۱۵
اردبیل	۱۵	قم	۱۵
اصفهان	۱۴	کردستان	۱۵
البرز	۱۴	کرمان	۱۵
ایلام	۱۶	کرمانشاه	۱۵
بوشهر	۱۶	کهگیلویه و بویراحمد	۱۷
تهران	۱۴	گلستان	۱۵
چهارمحال و بختیاری	۱۶	گیلان	۱۳
خراسان جنوبی	۱۶	لرستان	۱۵
خراسان رضوی	۱۵	مازندران	۱۴
خراسان شمالی	۱۵	مرکزی	۱۴
خوزستان	۱۶	هرمزگان	۱۶
زنجان	۱۵	همدان	۱۴
سمنان	۱۵	یزد	۱۵
سیستان و بلوچستان	۱۸		

دومین جدول ابلاغی برای مشترکینی بوده که باتوجه به استان محل زندگی، الگوی مصرف آب را رعایت نمی‌کنند. به عبارتی چنانچه مشترک مصرف خود را در دامنه الگوی مطلوب تنظیم نکند، مشمول تعرفه دیگری خواهد شد که به شرح شکل (۱۶) است. تذکر سه نکته ضروری به نظر می‌رسد:

- ۱- ارقام مورد نظر در ضریب شهری، شهر مورد نظر ضرب می‌شود. (ضریب شهری، عددی است که بر مبنای جمعیت، کیفیت آب و نحوه تأمین آب شهر مورد نظر بدست می‌آید).
- ۲- تعرفه آب خانگی نزدیکترین شهر محاسبه می‌شود.
- ۳- در ماه‌های گرم سال (خرداد، تیر، مرداد و شهریور) تعرفه مصارف خانگی بالای ۲۵ متر مکعب در ماه مشمول ۲۰ درصد افزایش می‌شود.



شکل ۱۶: نمودار مصارف مازاد بر الگوی مصرف

۲-۲-۱- نحوه محاسبه آب‌بهای خانگی

نحوه محاسبه آب‌بهای شهری در مثال زیر تشریح شده است:

فرض کنیم در شهر بوشهر دو مشترک داریم که یکی ۱۶ مترمکعب (مطابق الگو) و دیگری ۲۷ مترمکعب (بالا تر از الگوی مطلوب) در آبان ماه ۹۸ آب مصرف کرده‌اند. نحوه محاسبه آب‌بهای مشترک اول به شیوه زیر است:

$$(۵ \times ۲۶۲۴) + (۵ \times ۲۴۳۱) + (۵ \times ۳۲۳۷) + (۱ \times ۴۲۳۹) = ۴۰۶۹۹$$

نحوه محاسبه آب بهای مشترک دوم به شیوه زیر است:

$$(۵ \times ۱۸۶۷) + (۵ \times ۲۷۹۵) + (۵ \times ۳۷۲۱) + (۵ \times ۴۸۷۳) + (۵ \times ۷۱۰۷) + (۲ \times ۱۱۱۸۲) = ۱۲۴۱۷۹$$

با توجه به ضریب شهری بوشهر که معادل ۱/۳۵ در سال ۹۸ بوده است، آب بهای مشترک اول ۵۴۹۴۴ ریال و آب بهای مشترک دوم ۱۶۷۶۴۲ ریال در ماه آبان ۹۸ خواهد بود.

قبض آب مشترک مذکور، علاوه بر آب بها شامل تعرفه‌ها و پرداختی‌های قانونی دیگر نیز هست که معمولاً سهم عمده‌ای ندارند و به صورت فهرست وار عبارتند از: تعرفه خدمات دفع فاضلاب (فاضلاب بها)، تعرفه تبصره ۳ یا تعرفه تبصره ۲، تعرفه ماده ۷ مصوبه شورای اقتصاد، آبونمان اشتراک آب و فاضلاب، تکالیف قانونی بودجه و مالیات بر ارزش افزوده. با توجه به حذف تدریجی قبوض کاغذی، مشترکین می‌توانند با مراجعه به پورتال شرکت آب و فاضلاب مربوطه و وارد کردن شماره پرونده یا شناسه قبض، نسبت به مشاهده ارقام آب بهای خود مبادرت نمایند.

۲-۳- تعرفه آب غیرخانگی و نحوه محاسبه آن

تعرفه مشترکینی که کاربری آنها غیر خانگی است شامل کاربری‌های صنعتی، دولتی، عمومی، آموزشی و اماکن مذهبی، آزاد و بنایی، تجاری و سایر هستند. تعرفه آب کاربری‌های غیرخانگی براساس دو دامنه مصرف تعیین و محاسبه می‌شود. این دو دامنه عبارتند از:

۱- مصرف تا سقف ظرفیت قراردادی

۲- مصرف بالاتر از سقف ظرفیت قراردادی

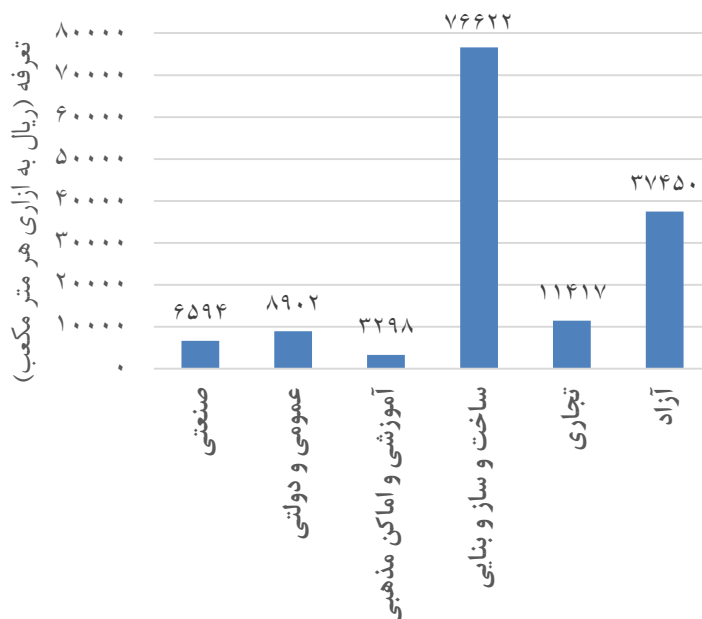
ظرفیت قراردادی حداکثر مقدار مجاز مصرف آب برای واحد غیرخانگی طرف قرارداد شرکت آبفا است. ظرفیت قراردادی براساس میزان مصرف مجاز در ماه تعیین می‌شود و در صورت حساب مشترک نیز قید می‌شود. تعرفه کاربری‌های غیرخانگی در دامنه ظرفیت قراردادی به شرح شکل (۱۷) است.

در صورتی که مشترک غیر خانگی مبادرت به مصرف بالاتر از ظرفیت قراردادی نماید، مشمول پرداخت تعرفه آزاد (۳۷۴۵۰ ریال به ازای هر متر مکعب) خواهد شد. نکات ذیل در زمینه تعرفه کاربری‌های غیرخانگی قابل ذکر است:

۱- این گروه از کاربری‌ها نیز مشمول اعمال ضریب شهری شهر مورد نظر می‌شوند.

۲- در ماه‌های گرم سال مشمول ۲۰ درصد افزایش می‌شوند.

۳- تعرفه کاربری‌های غیرخانگی روستایی معادل تعرفه همان کاربری در نزدیک‌ترین شهر است.



شکل ۱۷: تعرفه کاربری‌های غیر خانگی در دامنه ظرفیت قراردادی

۲-۳-۱- نحوه محاسبه آب بهای کاربری غیر خانگی

فرض که ظرفیت قراردادی یک واحد صنعتی در بوشهر ۱۰۰ مترمکعب در ماه است. ولی مشترک مذکور ۱۵۰ مترمکعب در آبان ماه ۹۸ آب مصرف کرده است. آب بهای مشترک مذکور به شرح زیر محاسبه می‌شود:

$$(۱۰۰ \times ۶۵۹۴) + (۵۰ \times ۳۱۴۵۰) = ۲۵۳۱۹۰۰$$

$$۲۵۳۱۹۰۰ \times ۱/۳۵ = ۳۴۱۸۰۶۵$$

قبض آب مشترک مذکور نیز علاوه بر آب بهاء، شامل تعرفه خدمات دفع فاضلاب (فاضلاب بهاء)، تعرفه تبصره ۳ یا تعرفه تبصره ۲، تعرفه ماده ۷ مصوبه شورای اقتصاد، آبونمان اشتراک آب و فاضلاب، تکالیف قانونی بودجه و مالیات بر ارزش افزوده خواهد بود.

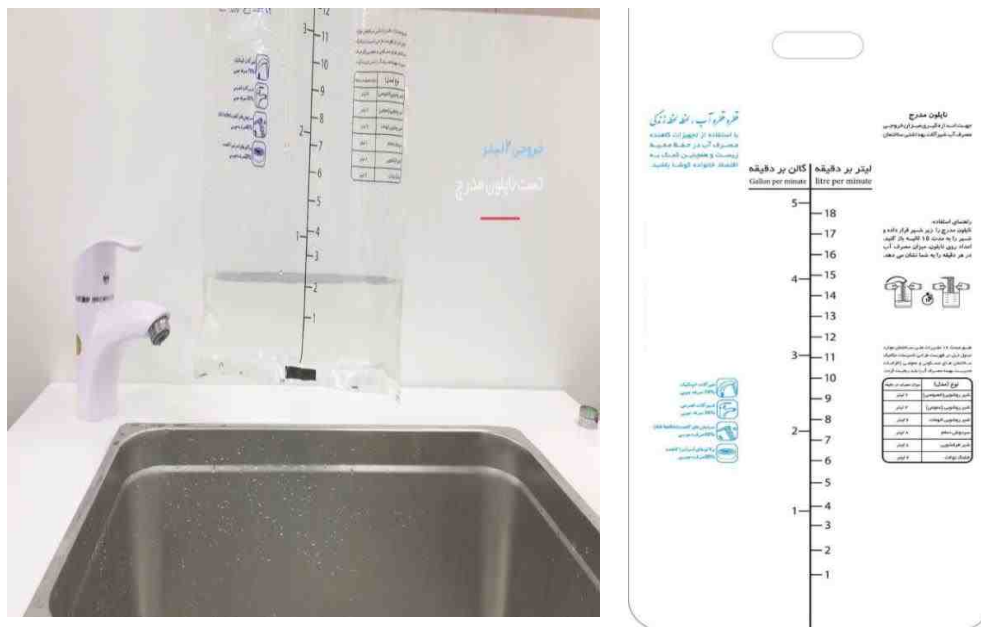
۲-۴- مقررات مربوط به تاسیسات بهداشتی و نحوه ممیزی شیرآلات

مقررات مربوط به تاسیسات بهداشتی در مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان قرار داده شده است. در این مبحث که در کشور نیز لازم الاجراست، الزامات جدول (۴) برای جریان آب خروجی از شیرآلات مشخص شده است. همانطور که در این جدول مشخص شده است، برای شیرهای روشویی، سردوش، شیر ظرفشویی و شلنگ

توالت مقادیر حداکثر جریان خروجی مشخص شده است. دستیابی به این الزامات، مستلزم استفاده از شیرآلات استاندارد است که براساس برچسب آب ارائه شده توسط سازمان ملی استاندارد، کاهنده مصرف آب محسوب شوند. برای اطمینان از اینکه خروجی شیرآلات مطابق ضوابط فوق هستند، می‌توان به راحتی خروجی شیرآلات را اندازه‌گیری کرد. برای این کار باید شیر تا انتها باز باشد و سپس خروجی آن در مدت مثلاً ۱۰ ثانیه اندازه‌گیری شود. این کار را می‌توان با نایلون مدرج مخصوص ممیزی شیرآلات مطابق شکل (۱۸) انجام داد که طوری مدرج شده که حجم خروجی شیر را برحسب لیتر بر دقیقه براساس آب جمع شده در کیسه در مدت ۱۰ ثانیه نشان می‌دهد. در صورت دسترسی نداشتن به کیسه مدرج، سایر ظروفی که حجم مشخصی دارند مثل بطری آب معدنی، می‌تواند برای این منظور مورد استفاده قرار گیرند. به طور مثال، اگر شیر روشویی در یک خانه، به مدت ده ثانیه باز باشد باید یک لیتر خروجی داشته باشد. اگر خروجی شیر در مدت ده ثانیه بیش از این میزان باشد، یعنی شیر نصب شده، الزامات مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان را برآورده نمی‌کند و کم‌مصرف محسوب نمی‌شود.

جدول ۴: جریان خروجی حداکثر مجاز شیرآلات در مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان

نوع	میزان مصرف (لیتر در دقیقه)
شیر روشویی (خصوصی)	۶ لیتر
شیر روشویی (عمومی)	۲ لیتر
شیر روشویی اتومات	۶ لیتر
سردوش حمام	۸ لیتر
شیر ظرفشویی	۸ لیتر
شلنگ توالت	۶ لیتر
توالت (در هر بار تخلیه)	۶ لیتر



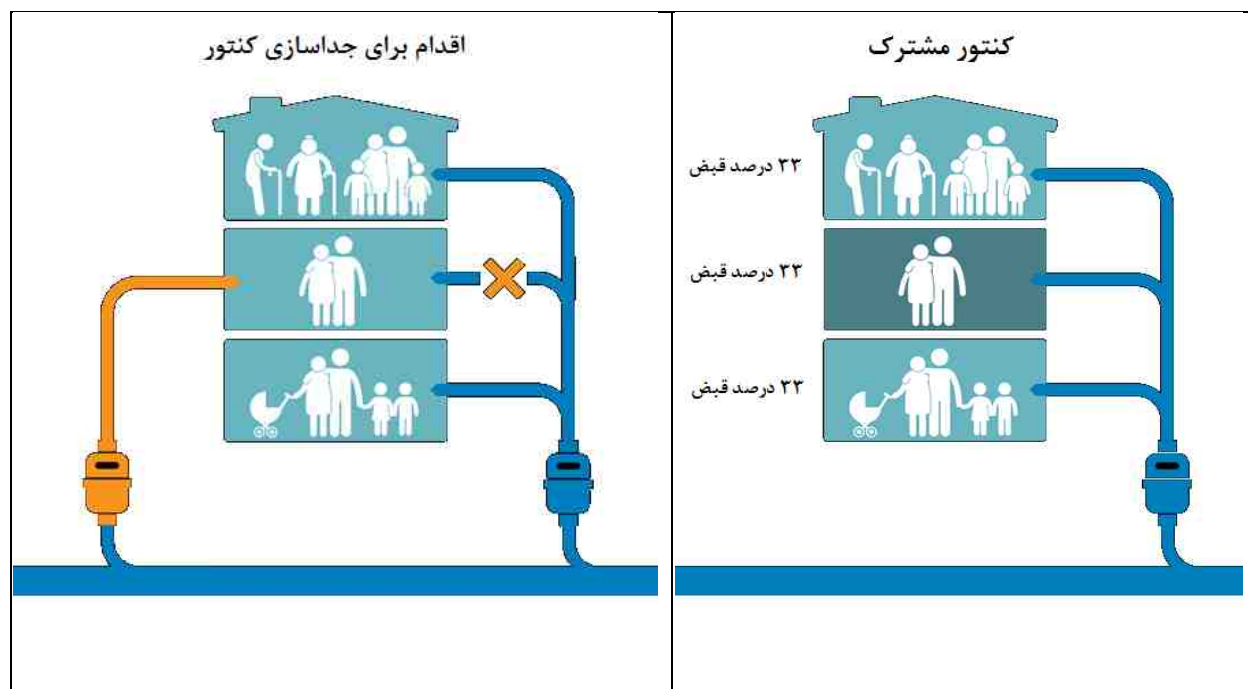
شکل ۱۸: کیسه مدرج برای اندازه گیری میزان آب خروجی از شیرآلات و سردوش

۲-۵- تفکیک کنتور در مجتمع های مسکونی

طبق مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان در مجتمع‌های مسکونی، اداری و یا تجاری که لوله کشی آب مصرفی واحدها مشترک می باشد، بایستی پیش‌بینی های لازم برای نصب لوازم اندازه گیری جریان آب روی انشعاب هر واحد به عمل آید. در مجتمع‌های مسکونی اندازه‌گیری صحیح آب مصرفی برای هر واحد مسکونی (خانوار) علاوه بر آنکه پرداخت آب بها را توسط مشترکین از هر جهت و هر بابت مطلوب‌تر می‌کند، اثر مستقیم روی کنترل و صرفه جویی مصرف آب دارد. مشکلات مربوط به محاسبه و دریافت آب بها در مجتمع‌های مسکونی و افزایش تصاعدی قیمت آب بها برای مصارف بالا، موجب گردیده است که شرکت‌های آب و فاضلاب استان‌ها به جهت رفع مشکلات مشترکین چند واحدی ناشی از داشتن یک انشعاب که منجر به عدم هماهنگی مناسب در تخصیص بهای آب هر واحد می‌گردد، به فکر راه حل باشند. هر یک از شرکت‌ها به تناسب شرایط محلی، مجزا بودن سیستم لوله کشی داخل ساختمان‌ها و ... در حد مقدور برای مشترکینی که می‌توانند وضعیت لوله کشی داخلی خود را با مقررات آن شرکت تطبیق دهند، انشعاب مسکونی جداگانه برای هر واحد واگذار و نصب می‌نمایند. در صورتی که یک واحد مسکونی درخواست کنتور مجزا برای واحد خود را داشته باشد، باید موارد عمومی و اختصاصی را رعایت نماید که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- وقوع ملک مورد درخواست انشعاب در محدوده تحت پوشش شبکه توزیع آب شرکت،
- داشتن سند مالکیت و یا مدارک قابل قبول شرکت برای محل درخواست انشعاب،

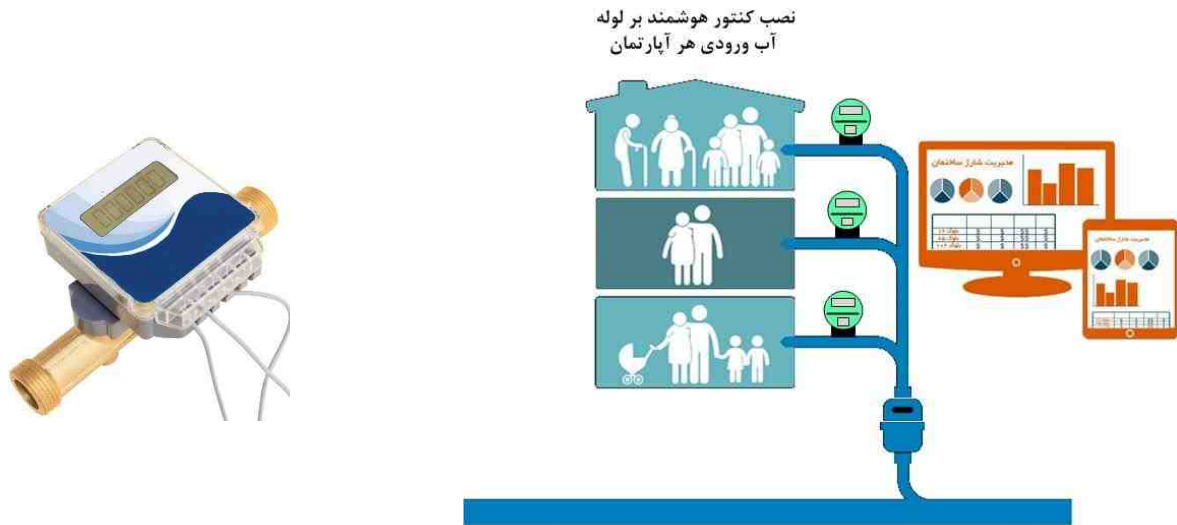
- وجود سیستم لوله کشی داخلی مجزا برای هر واحد مسکونی از محل استقرار واحد در ساختمان تا مقابل درب ورودی ساختمان به معبر عمومی برای کلیه واحدها،
 - آماده سازی فضای کافی و مناسب برای نصب کنتورهای مجزا،
 - مالکین کلیه واحدها باید همزمان درخواست انشعاب مجزا نمایند.
- بنابراین در صورتی که فقط یک انشعاب اصلی به مجتمع مسکونی اختصاص داده شود، برای تعیین مصرف اختصاصی، هر واحد بایستی با رعایت دستورالعمل‌های شرکت آب و فاضلاب آن استان، به هزینه خود یک کنتور فرعی نصب نمایند. محل نصب کنتور فرعی مجزا برای هر واحد مسکونی، بستگی به محل عبور لوله های آبرسانی عمودی ساختمان دارد و در این خصوص نظم خاص و یکنواختی در تمام ساختمان ها وجود ندارد.



شکل ۱۹: کنتور مشترک در یک ساختمان سه واحدی و نحوه توزیع مبلغ قبض آب (راست) و اقدام واحد یکی از واحدها برای تفکیک کنتور (چپ)

در صورتی که مشترکین یک مجتمع مسکونی تمایل داشته باشند که مصارف خود را به صورت تفکیک شده دریافت نمایند، می‌توانند از خدمات شرکت‌های خصوصی فعال در حوزه نصب کنتور هوشمند استفاده نمایند. این شرکت‌ها خدماتی برای نصب کنتورهای هوشمند، داخل یا خارج از واحدهای آپارتمانی ارائه می‌کنند که می‌توانند متناسب با درخواست مشترک از انواع مختلف فن آوری مورد استفاده برای اندازه‌گیری جریان، استفاده نمایند.

برخی از انواع کنتورهای تولیدی در کشور برای این منظور، دارای سامانه‌های کامپیوتری قابل نصب روی موبایل یا کامپیوترهای خانگی هستند که امکان توزیع منطقی مبالغ قبض آب مشترک بین واحدها را فراهم می‌کنند (شکل ۲۰)



شکل ۲۰: نصب کنتور هوشمند برای هر واحد با امکان پایش مصرف واحدهای آپارتمانی

۲-۶- برچسب آب

در راستای قانون اصلاح الگوی مصرف، اعمال صرفه‌جویی و بهینه‌سازی مصرف آب، دولت موظف بوده است که نسبت به تعیین و تدوین معیارهای میزان مصرف آب اقدام کند به طوری که کلیه مصرف‌کنندگان آب و تولیدکنندگان و واردکنندگان تجهیزات آب‌بر و آب‌پخش موظف به رعایت این معیارها باشند. در سال‌های اخیر، کمیته‌هایی متشکل از نمایندگان وزارت نیرو، سازمان ملی استاندارد، وزارت صنعت، معدن، تجارت و سایر بخش‌های ذیربط تشکیل شده و معیارهای مصرف آب تعدادی از تجهیزات آب‌بر و آب‌پخش را در قالب برچسب مصرف آب تدوین کرده‌اند. برچسب مصرف آب می‌تواند ضمن اطلاع‌رسانی به مشتریان هر کالا از میزان مصرف آب و بازدهی آن، به عنوان معیاری برای مقایسه کالاهای مشابه و تصمیم‌گیری استفاده شود. این طرح به شکل مشابه در بسیاری از کشورها مورد استفاده قرار گرفته است و در مورد مصرف انرژی نیز در سال‌های گذشته در کشور مورد استفاده بوده است. در حال حاضر، سازمان ملی استاندارد در حال ارسال فراخوان برای تولیدکنندگان جهت دریافت برچسب برای محصولات است و انتظار می‌رود در طی سال ۱۳۹۹، برچسب برای نصب روی کالاهای تولید شده یا وارد شده از طرف سازمان ملی استاندارد ارائه شود. تا پایان سال ۱۳۹۸، برچسب آب برای ماشین لباسشویی، مخازن آبشویه (فلاش تانک)، سردوش و شیرآلات بهداشتی تدوین شده و برای ماشین ظرفشویی در

مراحل نهایی تدوین بوده است. نمای کلی برچسب آب در شکل (۲۱) نشان داده شده است. میزان مصرف آب از دسته A به دسته G افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، دسته A، نشان دهنده کمترین میزان مصرف آب و دسته G نشان دهنده بیشترین میزان مصرف آب است.



شکل ۲۱: نمای کلی برچسب آب

جدول (۵) دسته بندی جریان خروجی از سردوش و شیرآلات را براساس برچسب مصرف آب ایران نشان می‌دهد. از مقایسه این جدول با جدول (۴)، مشخص می‌گردد سردوش در دسته های A تا C (سبز)، شیر روشویی در ساختمان‌های خصوصی در دسته های A و B (سبزه‌های پررنگ)، شیر روشویی در مکان عمومی در دسته A (سبز پررنگ) و شیر سینک ظرفشویی در دسته های A تا D (سبز و زرد)، با الزامات مقررات ملی ساختمان تطابق دارد. در جدول (۵) دسته بندی سردوش طبق برچسب آب ایران نشان داده شده است. با توجه به اینکه حداکثر خروجی مجاز سردوش، در مقررات ملی ساختمان در جدول (۴)، ۸ لیتر در دقیقه تعیین شده است، سردوش‌های دسته های A تا C با این ضابطه متناسب هستند.

جدول (۶)، دسته بندی میزان تخلیه آب از مخازن آب شویه (فلاش تانک) براساس برچسب ملی آب ایران را نشان می‌دهد. مخازن آبشویه به دو دسته یک حالت و دو حالت تقسیم‌بندی می‌شوند. مخازن آبشویه یک حالت که در حال حاضر در بازار ایران موجود هستند، عمدتاً دارای حجم تخلیه ۶ یا ۴ لیتر در هر بار فلاش کردن می‌باشند. لازم به ذکر است که فلاش تانک‌های قدیمی، احجام تخلیه بسیار بیشتری داشته‌اند و بعضاً تا ۲۰ لیتر آب در هر بار فلاش را نیز تخلیه می‌کرده‌اند و هنوز در برخی از ساختمان‌های قدیمی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مخازن آبشویه دو حالت، تخلیه نیمه، ۳ تا ۴/۵ لیتر آب مصرف می‌کند و تخلیه کامل حسب ظرفیت مخزن، ۴/۵ تا ۹ لیتر آب مصرف می‌کند. مقادیر مندرج در جدول (۶) متوسط تخلیه در دو حالت نیمه و کامل را برای دسته بندی مخازن آبشویه بر اساس برچسب آب ایران، نشان می‌دهد. مقایسه این جدول و جدول (۴) نشان می‌دهد که مخازن آبشویه دو حالت و یک حالت با حداکثر ظرفیت ۶ لیتر، با مقررات ملی ساختمان مطابقت دارند.

در مورد ماشین لباسشویی، نحوه محاسبه دسته‌بندی مصرف آب در برچسب ملی آب، وابسته به ظرفیت ماشین لباسشویی است. در جدول (۷) دسته‌بندی برچسب آب ماشین لباسشویی برای چند نمونه از ظرفیت‌های کاربرد در بازار ایران نشان داده شده است. لازم به ذکر است که در استاندارد ذکر شده، مقادیر حداکثر مصرف در هر سیکل شستشو برای ظرفیت‌های ۱ تا ۱۰ کیلوگرم ارائه شده که در اینجا به منظور تلخیص، از ذکر همه موارد

خودداری شده است. همانطور که در این جدول قابل مشاهده است، با افزایش ظرفیت ماشین لباسشویی، میزان مصرف آب به شکل قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. به طور مثال، ماشین لباسشویی با ظرفیت ۹ کیلوگرم در کلاس A، ۲/۲ برابر ماشین لباسشویی ۴ کیلوگرمی در همین کلاس، آب مصرف می‌کند.

جدول ۵: دسته‌بندی جریان خروجی شیرآلات بهداشتی (Q) مطابق برچسب آب ایران (لیتر بر دقیقه)

گروه مصرف آب	A	B	C	D	E	F	G
دوش: بازه مجاز مصرف	$Q < 6$	$6 \leq Q < 7.5$	$7.5 \leq Q < 9$	$9 \leq Q < 10.5$	$10.5 \leq Q < 12$	$12 \leq Q < 13.5$	$13.5 \leq Q < 15$
شیر: بازه مجاز مصرف	$Q < 4.5$	$4.5 \leq Q < 6$	$6 \leq Q < 7.5$	$7.5 \leq Q < 9$	$9 \leq Q < 10.5$	$10.5 \leq Q < 12$	$12 \leq Q < 15$

جدول ۶: دسته بندی جریان خروجی از مخازن آب شویه مطابق برچسب آب ایران (لیتر در هر بار تخلیه)

گروه مصرف آب	A	B	C	D	E	F
حداکثر مقدار مجاز میانگین تخلیه در دو حالت کامل و نیمه	۳	۳	۳/۵	۴	۴/۵	۵/۵

جدول ۷: حداکثر مصرف آب در هر سیکل شستشوی ماشین لباس شویی در استاندارد برچسب آب ایران (لیتر) برای ظرفیت های متداول در بازار

ظرفیت ماشین لباسشویی (Kg)	A	B	C	D	E	F	G
۴	۲۰/۲	۲۴/۱	۲۸/۸	۳۴/۴	۴۱/۲	۴۳	۵۸/۸
۵	۲۵/۲	۳۰/۱	۳۶	۴۳	۵۱/۵	۶۱/۵	۷۳/۵
۶	۳۰/۳	۳۶/۲	۴۳/۲	۵۱/۷	۶۱/۷	۷۳/۸	۸۸/۲
۸	۴۰/۳	۴۸/۲	۵۷/۶	۶۸/۹	۸۲/۳	۹۸/۴	۱۱۷/۶
۹	۴۵/۴	۵۴/۲	۶۴/۸	۷۷/۵	۹۲/۶	۱۱۰/۷	۱۳۲/۳

بخش سوم: راهکارهای کاهش مصرف آب در کاربری‌های
خانگی و غیرخانگی

۳-۱- معرفی اقدامات عملی به منظور کاهش مصرف آب در ساختمان‌های با کاربری غیر خانگی

با توجه به محدودیت منابع آب در ایران در سال‌های اخیر استفاده بهینه از این منابع و کاهش مصرف آب در دستور کار کلیه سازمان‌ها و نهادها قرار گرفته است. از این رو اجرای اقدامات متناسب با مدیریت مصرف آب و پیاده‌سازی آن در دستگاه‌های مختلف می‌تواند کمک شایانی در کاهش مصرف آب در کشور نماید. جدول (۸)، اقدامات اجرایی برگرفته از دستورالعمل و راهنمای اجرای آیین‌نامه نظام مدیریت سبز در کشور به همراه برخی اقدامات تکمیلی را نشان می‌دهد. ذیل توضیحات بیشتری در مورد اقدامات اجرایی ذکر شده، ارائه شده است.

جدول ۸: چک لیست اقدامات اجرایی پایش مصرف آب و جلوگیری از اتلاف آب در کاربری‌های غیر خانگی

(برگرفته از دستورالعمل و راهنمای اجرای آیین‌نامه نظام مدیریت سبز)

نوع اقدام	شرح اقدام
پایش مصرف آب و آموزش	بررسی کنتور آب، حداقل ماهی یکبار
	نصب کنتور در هر واحد برای پایش میزان مصرف آب
	محاسبه هزینه‌های مصرف آب برای واحدهای مختلف
	شناسایی فعالیت‌هایی که مصرف آب بالایی دارند.
	مشخص کردن مکان‌هایی که مصرف آب بالایی دارند.
	تدوین دستورالعمل‌های مدیریت سبز و آموزش مستمر کارکنان
جلوگیری از اتلاف منابع آب	تجهیز مخازن ذخیره آب به تنظیم کننده های جریان، سنسورهای جریان آب، فلکه های بسته شدن خودکار و انتخاب مخازن با ظرفیت متناسب با میزان مصرف
	اجتناب از بازگذاشتن شیرآب در مواقع غیرضروری و نصب شیرهای زمان‌دار (خودکار)
	اجتناب از شستشوی سطوح با فشار زیاد و شلنگ
	بررسی مرتب تاسیسات جهت جلوگیری از نشتی
	برنامه منظم تعویض واشرهای فرسوده و تعمیر لوله‌های آب آسیب‌دیده
	نصب سردوش‌های کاهنده مصرف یا تنظیم‌کننده جریان (رگولاتور) روی سردوش
	استفاده از فلاش تانک دو حالت یا تغییر شناور فلاش تانک تک حالت
	جایگزینی شستشوی دستی با ماشین‌های ظرفشویی و لباس‌شویی و استفاده از آنها با ظرفیت کامل
	استفاده از سیستم تهویه مطبوع که مصرف آب کمی دارند و اصلاح رفتار استفاده از این سیستم‌ها
	استفاده از روش‌های الکترونیک برای رسوب زدایی تاسیسات تهویه مطبوع به جای استفاده از مواد شیمیایی آلاینده مثل اسید، نمک و ...
بازچرخانی آب	انجام اقدامات لازم برای کاهش مصرف آب در فضای سبز
	استفاده از پکیج‌های بازچرخانی آب خاکستری
	استفاده از تصفیه خانه برای بازچرخانی فاضلاب‌های صنعتی و آب سیاه
	استحصال آب باران برای آبیاری فضای سبز و سایر کاربری‌های مجاز
باران	جلوگیری از آلوده شدن آب باران و اختلاط آن با فاضلاب

بررسی کنتور آب: با هدف کنترل بروز نشتی از اتصالات آن صورت می‌گیرد. متأسفانه در برخی از موارد بخصوص در کاربری‌هایی که از پرداخت تعرفه آب معاف هستند، دسترسی نمایندگان شرکت‌های آب و فاضلاب برای بازدید کنتور محدود شده است. این امر، پایش وضعیت فیزیکی کنتور برای نشتی‌های احتمالی، بررسی خرابی کنتور و مواردی از این دست را برای شرکت‌های آب و فاضلاب عملاً ناممکن می‌کند. توصیه می‌شود حتی در صورتی که واحدی تعرفه آب نمی‌پردازد، دسترسی به کنتور برای نمایندگان شرکت‌های آب و فاضلاب به راحتی میسر باشد و واحدهای متولی تاسیسات در این ارگان‌ها یا نهادهای نیز برنامه بازدید ماهانه از کنتور را در دستور کار خود داشته باشند. در ماه‌های سرد، در صورتی که نصب کنتور درست نباشد، ممکن است یخ زدگی در کنتور و اتصالات آن نیز رخ دهد. انجام بازدیدهای مرتب در این زمان‌ها نیز ضروری است.

نصب کنتور در هر واحد برای پایش میزان مصرف آب و شناسایی فعالیت‌ها و مکان‌های پرمصرف: در مجموعه‌هایی که دارای ساختمان‌های متعدد یا واحدهای مختلف اقامتی، تولیدی و هستند، مهم است که مصرف هر ساختمان یا واحد جداگانه پایش شود. این اقدام، کمک می‌کند تا مصرف واحدها به طور مستقل نسبت به دوره‌های مشابه قبلی مقایسه شود و در صورت افزایش مصرف آب، تدابیر لازم برای مدیریت مصرف اتخاذ شود و یا در صورت کاهش مصرف آب، ساز و کار تشویق فعال شود. در صورت پایش مصرف واحدهای مختلف، امکان صدور قبض جداگانه نیز برای هر ساختمان یا واحد نیز وجود خواهد داشت که می‌تواند به لحاظ اقتصادی نیز، توزیع منابع مصرفی در واحدهای مختلف را مشخص کند. مجموعه این فعالیت‌ها، می‌تواند منجر به شناسایی واحدها یا فعالیت‌های با مصرف آب زیاد و یا حتی اشکالات تاسیسات و نشتی‌های احتمالی شوند. شناسایی این موارد می‌تواند زمینه‌ساز فعال کردن راه کارهای مدیریت مصرف آب شود. مثلاً چنانچه در یک مجتمع آموزشی، مصرف آب خوابگاه‌ها، قابل توجه باشد، می‌توان با نصب ابزارهای کاهنده مصرف آب در سردوش‌ها یا سایر شیرآلات، مصرف آب را کاهش داد. پس از انجام این مرحله و با توجه به ارسال قبض و هزینه آب بها برای هر بخش، توجه عمومی و جلب مشارکت تمام کارکنان در راستای کاهش مصرف آب بیشتر خواهد شد. همچنین با انجام این اقدامات و با بررسی قبوض در طی چند دوره و طبق قبض‌های تفکیکی صورت گرفته می‌توان با تشویق واحدهای صرفه‌جو، انگیزه لازم برای کاهش بیشتر مصرف آب را چه در واحد صرفه‌جو و چه در واحدهای دیگر ایجاد نمود. پایش و صدور قبض جداگانه برای طبقات یا واحدهای مختلف مجتمع اداری، صنعتی یا خدماتی می‌تواند منجر به ایجاد رقابت بین واحدهای مختلف در کاهش مصرف آب و تشویق واحدهای برگزیده در مدیریت مصرف آب براساس دستورالعمل‌های مدیریت سبز شود.

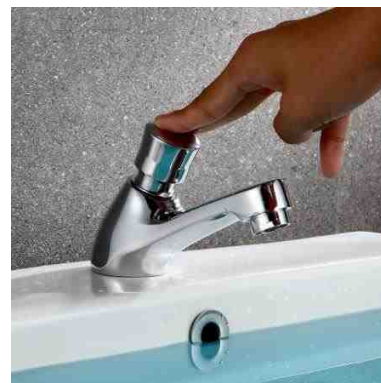
تدوین دستورالعمل‌های مدیریت سبز و آموزش مستمر کارکنان: با توجه به اینکه فعالیت‌های مربوط به مدیریت مصرف آب، دارای وجوه مختلف پایش، آموزش و اصلاحات فنی می‌باشد، مهم است این اقدامات نظام‌مند باشد.

تدوین دستورالعمل‌های مدیریت سبز با توجه به شرایط خاص هر کاربری، می‌تواند به انسجام فعالیت‌های مدیریت مصرف، کمک شایان توجهی کند. این دستورالعمل‌ها باید حاوی بخش‌های کلی زیر باشد:

- دستورالعمل پایش مصارف آب
 - شاخص‌های تعیین مطلوب یا نامطلوب بودن فعالیت‌هایی که بر کمیت یا کیفیت آب اثر دارند و میزان مصارف
 - دستورالعمل‌های آموزش پرسنل در مورد مدیریت مصارف آب و جلوگیری از آلودگی آن
 - دستورالعمل‌های اقدامات تشویقی و بازدارنده بر حسب میزان التزام به دستورالعمل‌های مدیریت سبز
- آموزش پرسنل از جمله مهمترین و ضروری‌ترین اقدامات برای نهادینه شدن مدیریت مصرف آب است. آموزش باید مستمر و با توجه به سطوح مختلف دانش و تخصص پرسنل، دارای طبقه‌بندی مناسب باشد. محتوای آموزشی در خصوص مدیریت مصرف آب حتماً باید توسط افراد متخصص این حوزه تنظیم شود.
- تجهیز مخازن ذخیره آب به تنظیم کننده های جریان، سنسورهای جریان آب، فلکه های بسته شدن خودکار و انتخاب مخازن با ظرفیت متناسب با میزان مصرف: مخازن ذخیره آب برای مصارف مختلف از جمله محل‌های مهم هدررفت آب هستند. تجهیز مخازن ذخیره آب به تنظیم کننده‌های جریان، سنسورهای جریان آب، فلکه‌های بسته شدن خودکار و انتخاب مخازن با ظرفیت متناسب با میزان مصرف از جمله اقداماتی هستند که می‌توانند هدررفت آب در محل‌های ذخیره‌سازی را کم کنند. ساده‌ترین نمونه این اقدامات، انتخاب توالت‌هایی با حجم سیفون کم یا دو مرحله‌ای هستند. برای مکان‌های اداری و تجاری که ممکن است تعداد سرویس‌های بهداشتی زیاد باشد و امکان تعویض مخزن سیفون‌ها به لحاظ اقتصادی ممکن است وجود نداشته باشد، می‌توان با قراردادن یک جسم مثل بطری آب معدنی پر شده یا هر جسمی که بخشی از فضای فلاش تانک را اشغال کند، حجم آب مصرفی را تا حد مطلوب کاهش داد. در مکان‌هایی که از مخازن آب برای ذخیره سازی آب شرب استفاده می‌شود باید دقت شود از دورریز آب مانده در این مخازن که احتمالاً شرایط مناسبی برای آشامیدن ندارد، خودداری شود و از آن برای سایر مصارف نظیر شستشو سطوح و آبیاری گیاهان استفاده شود.

اجتناب از باز گذاشتن شیر آب در مواقع غیر ضروری و نصب شیرهای زمان‌دار: آموزش در خصوص اصلاح رفتارهای مصرف آب مثل باز نگاه داشتن شیر آب هنگام شستشوی دستها و نظایر آن نیازمند آموزش مداوم است. در این خصوص واحدهای مدیریت سبز می‌توانند نسبت به تهیه بروشورها، پوسترها و برنامه های آموزشی اقدام نمایند. استفاده از آب برای تمیز کردن سطوح مثلاً در پارکینگ‌ها، محوطه بیرون ساختمان‌ها و ... از جمله اقداماتی است که معمولاً منجر به هدر رفت حجم زیادی از آب می‌شود. انجام اینگونه اقدامات باید در جهت پیاده‌سازی مدیریت سبز، ممنوع شوند. استفاده از شیرهای پدالی، الکترونیک یا فشاری در مکان‌هایی که تعداد پرسنل یا مراجع زیاد

است، صرفه جویی قابل ملاحظه ای را ایجاد می کند. عملکرد این نوع از شیرآلات در کاهش مصرف آب، در بخش ۳-۳-۲-۳ این راهنما تشریح شده است.



اجتناب از شستشوی سطوح با فشار زیاد و شلنگ: برای شستشوی سطوح بزرگ، مثل حیاط، راهرو، پارکینگ، سالن های کارخانه ها و نظایر آن باید از ابزارهای مناسب آنها استفاده کرد. استفاده از آب برای شستشوی سطوح بزرگ، موجب هدر رفت زیاد آب، آلودگی زیاد به جهت حجم زیاد استفاده از شوینده ها خواهد شد. بطور مثال استفاده از دستگاه های زمین شور یا بخارشورهای صنعتی و نظایر آن می توانند با مصرف آب و شوینده بسیار کمتر، سطوح را بسیار تمیز و یا حتی ضدعفونی کنند. پرهیز از مصرف بی رویه شوینده ها برای جلوگیری از آلودگی محیط زیست و منابع آب سطحی و زیرزمینی از جمله موارد مهمی است که در تدوین دستورالعمل های مدیریت سبز مربوط به شستشوی سطوح، ظروف و ... حتما باید لحاظ شوند. با توجه به لزوم تغییر سبک زندگی و محدودیت منابع آبی لازم است تا این موضوع مورد توجه قرار گیرد.



بررسی مرتب تاسیسات جهت جلوگیری از نشتی: بازرسی دوره‌ای از تاسیسات و سیستم لوله‌کشی و شیرآلات برای جلوگیری از نشتی‌های احتمالی آب از جمله دیگر اقداماتی است که برای مدیریت مصرف آب توصیه می‌شود. در ساختمان‌ها و مجتمع‌های بزرگ، هر چه پایش مصرف آب با جزئیات بیشتر و دقیق‌تری انجام شود، امکان شناسایی سریع‌تر نشتی‌ها بهتر فراهم می‌شود. پس از شناسایی محل‌های هدر رفت، باید تاسیسات فرسوده، تعویض یا تعمیر شوند. فلاش تانک‌ها معمولاً مستعد نشت آب هستند. استفاده از مواد ضدعفونی کننده رنگی، می‌تواند شناسایی این نشت‌ها را که ممکن است به سادگی قابل تشخیص نباشند، آسان‌تر کند.

نصب سردوش‌های کاهنده مصرف یا تنظیم‌کننده جریان (رگولاتور) روی سردوش: در مورد تجهیزات کاهنده مصرف از جمله سردوش کاهنده و رگولاتور در ادامه این راهنما، توضیحات مبسوطی ارائه شده است. در محل‌هایی که از دوش استفاده می‌شود، مثلاً در هتل‌ها، خوابگاه‌ها یا استخرها، سردوش‌های کاهنده مصرف باید مورد استفاده قرار گیرند. این سردوش‌ها باید الزامات مقررات ملی ساختمان در جدول (۴) را برآورده کنند. در غیر این صورت باید با سردوش‌های کاهنده تعویض شوند یا تنظیم‌کننده جریان (رگولاتور) در محل اتصال سردوش به شلنگ یا لوله آب نصب شود. سردوش‌های غیراستاندارد ممکن است تا بیش از ۲۰ لیتر در دقیقه خروجی آب داشته باشند که عمده‌تاً هم بدون استفاده هدر می‌رود. این در صورتی است که سردوش کاهنده مصرف آب، خروجی حداکثر ۸ لیتر در دقیقه دارد. با توجه به حجم قابل توجه آب مصرفی در حمام، استفاده از سردوش‌های کاهنده تاثیر بسیار قابل ملاحظه‌ای در مصرف آب دارند. توضیحات بیشتر در بخش ۳-۲-۳ این راهنما ارائه شده است.

جایگزینی شستشوی دستی با ماشین‌های ظرفشویی و لباسشویی و استفاده از آنها با ظرفیت کامل: در مکان‌هایی مثل هتل‌ها، رستوران‌ها، سلف سرویس ادارات و دانشگاه‌ها، بخش قابل توجهی از مصارف آب در فرآیندهای ظرف شویی و لباس شویی محقق می‌شود. در چنین مکان‌هایی، استفاده از ماشین‌های ظرفشویی و لباس شویی کم مصرف صنعتی، می‌تواند مصرف آب را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. علاوه بر این، در این مکان‌ها باید دستورالعمل‌های مشخصی برای استفاده از شوینده‌ها و مواد شیمیایی پاک کننده در اختیار پرسنل قرار داده شود تا از آلودگی بیش از حد و غیرضروری منابع آب و محیط زیست پذیرنده فاضلاب‌ها جلوگیری شود. همچنین توصیه می‌گردد، استفاده از ماشین‌های ظرفشویی و لباسشویی با ظرفیت کامل آنها انجام شود. در قسمت ۱۵-۱ توضیحات بیشتر در این خصوص ارائه شده است. این موضوع نیز جز مواردی است که با توجه به لزوم سازگاری با کم آبی، بایستی در تغییر سبک زندگی افراد جامعه برای مقابله با شرایط کم آبی لحاظ شود.

استفاده از فلاش تانک دو حالت یا تغییر شناور فلاش تانک تک حالت: فلاش تانک‌های قدیمی در هر بار استفاده بین ۱۳-۲۰ لیتر آب مصرف می‌کنند. لذا استفاده از فلاش تانک‌های کم مصرف دو مرحله می‌تواند تاثیر چشم‌گیری در میزان مصرف آب سرویس‌های بهداشتی داشته باشد. در حال حاضر فلاش تانک‌های دو مرحله‌ای کم مصرف (۳-۶ لیتری) که نسبت به نوع پُر مصرف آن بیش از ۷۵ درصد صرفه جویی در مصرف آب دارد، در

بازار ایران به وفور یافت می‌شود. توضیحات بیشتر در مورد فلاش تانک‌های کم مصرف در بخش ۳-۲-۳-۵ راهنما ارائه شده است.

استفاده از سیستم تهویه مطبوع که مصرف آب کمی دارند و اصلاح رفتار استفاده از این سیستم‌ها: در بخش جداگانه‌ای در ادامه راهنما، توضیحات مربوط مدیریت مصرف آب در سیستم‌های تهویه مطبوع (بخش ۳-۳) و کولرهای آبی (بخش ۳-۳-۲) ارائه شده است.

استفاده از روش‌های الکترونیک برای رسوب زدایی تاسیسات تهویه مطبوع به جای استفاده از مواد شیمیایی آلاینده مثل اسید، نمک و ...: در بخش جداگانه‌ای در ادامه راهنما، توضیحات مربوط مدیریت مصرف آب در سیستم‌های تهویه مطبوع (بخش ۳-۳) ارائه شده است.

انجام اقدامات لازم برای کاهش مصرف آب در فضای سبز: در بخش جداگانه‌ای در ادامه راهنما، توضیحات مربوط مدیریت مصرف آب در فضای سبز (بخش ۳-۵) ارائه شده است.

۳-۱-۱-۱- بازچرخانی آب خاکستری

به همه پساب تولید شده در مصارف خانگی، به جز پساب توالت‌ها و در بسیاری از موارد پساب آشپزخانه‌ها، آب خاکستری گفته می‌شود. در کاربری‌های خانگی، بین ۵۰ تا ۸۰ درصد فاضلاب تولیدی از نوع آب خاکستری است. بنابراین تصفیه و استفاده مجدد از آب خاکستری، به عنوان یکی از روش‌های کاهش نیاز به منابع آب جدید در محیط‌های شهری بوده است. در کاربری‌های غیرخانگی نیز ممکن است حجم زیادی از پساب خاکستری تولید شود. مثلاً در استخرها یا خوابگاه‌ها، خشکشویی‌ها، ... مقدار زیادی فاضلاب تولید می‌شود که دارای مشخصاتی مشابه آب خاکستری خانگی است. بازچرخانی آب خاکستری به معنی تصفیه فاضلاب حاصل از کاربردهای ذکر شده برای استفاده در مصارف غیرشرابی است که در تماس مستقیم با انسان نیستند. آب خاکستری تصفیه شده برای تولید مواد غذایی خوراکی هم نباید استفاده شود. با توجه به اینکه بازچرخانی آب خاکستری، معمولاً با پکیج‌های تصفیه درجا در محل تولید آب خاکستری و با استفاده از روشهای ساده تصفیه صورت می‌گیرد، استفاده مجدد از پساب تولیدی برای موارد خاصی توصیه می‌شود که مخاطرات بهداشتی ایجاد نکند.

اگر آب خاکستری در سطح خانگی و در محدوده یک ساختمان مسکونی تصفیه شود، معمولاً برای سیفون توالت‌ها و آبیاری زیرسطحی فضای سبز که گیاهان غیرخوراکی در آن پرورش داده می‌شود، قابل استفاده است. شکل (۲۲) نمای سیستم بازچرخانی آب خاکستری را در یک منزل مسکونی برای استفاده در آبیاری فضای سبز نشان می‌دهد. در مجتمع‌های مسکونی، هتل‌ها یا مراکز تجاری بزرگ در صورت استفاده از پکیج‌های پیشرفته بازچرخانی آب خاکستری، می‌توان آن را برای مصارف متنوع تری مثل شستشوی محوطه یا آبیاری سطحی فضای سبز

استفاده کرد. در کاربری‌های صنعتی، استفاده از آب خاکستری تصفیه شده، علاوه بر موارد فوق، می‌تواند در برخی از فرآیندهای تولیدی یا سیستم‌های خنک کننده (به جز تهویه مطبوع) نیز مورد استفاده قرار گیرد. بدیهی است، هر گونه استفاده مجدد از آب خاکستری نیازمند سطحی از تصفیه و لوله کشی و تاسیسات خاص برای استفاده مجدد از آن است (شکل ۲۳). برخی از نمونه‌های تصفیه و بازچرخانی آب خاکستری که تاکنون در کشور پیاده سازی شده است ذیلاً معرفی شده‌اند.



شکل ۲۲: سیستم بازچرخانی آب خاکستری در منزل مسکونی برای آبیاری فضای سبز



شکل ۲۳: سامانه جمع‌آوری، تصفیه و بازچرخانی آب خاکستری در ساختمان مسکونی

مجتمع مسکونی

نوع آب خاکستری و ظرفیت سامانه: آب خاکستری حمام و روش های حمام و روشویی توسط پکیج تصفیه آب خاکستری با ظرفیت ۳۰۰۰ لیتر در شبانه روز تصفیه می شود.

اجزای سیستم تصفیه: ته نشینی، تصفیه بیولوژیکی، فیلتراسیون

کاربرد پساب: آبیاری فضای سبز، شستشوی پشت بام و حیاط و تامین آب فلاش تانک ها



خوابگاه دانشجویی

نوع آب خاکستری و ظرفیت سامانه: آب خاکستری حمام و روشویی از طریق خط لوله به سامانه تصفیه با ظرفیت ۲۵۰ متر مکعب در شبانه روز انتقال پیدا کرده و سپس در مخزنی ذخیره شده و برای آبیاری فضای سبز استفاده می شود.

اجزای سیستم تصفیه: انعقاد، ته نشینی، فیلتراسیون

کاربرد پساب: آبیاری فضای سبز.



در موضوع بازچرخانی آب خاکستری علاوه بر آن که این اقدام باعث منفعتهای مالی خواهد شد، مزایای دیگری نیز به دنبال خواهد داشت که از آن جمله می‌توان به کاهش هزینه‌های تصفیه آب شرب، عدم استفاده از آب شرب برای مصارف غیر شرب و کاهش نیاز به منابع آب جدید در شهرها اشاره نمود.

۳-۱-۲- بازچرخانی فاضلاب صنعتی

تصفیه فاضلاب صنعتی و استفاده مجدد از آن در فرآیندهای تولیدی یا آبیاری فضای سبز یکی از راه کارهای مهم مدیریت مصرف آب در صنایع و کارخانجات تولیدی است. فاضلاب صنعتی، حسب اینکه در چه نوع فرآیندی تولید شده باشد، ممکن است آلاینده‌های مختلف شیمیایی، میکروبی و ... در خود داشته باشد. بنابراین فرآیندهای مورد نیاز برای تصفیه این گونه فاضلاب‌ها، کاملاً وابسته به نوع آلاینده‌های موجود در فاضلاب و نوع کاربری پساب پس از تصفیه آن است. فاضلاب تولیدی واحدهای صنعتی مستقر در شهرک‌های صنعتی (پس از پیش تصفیه فاضلاب در صورت نیاز)، اکثراً به تصفیه‌خانه‌های موجود در این شهرک‌ها منتقل می‌گردد و فاضلاب آنها برای مواردی مثل آبیاری فضای سبز استفاده می‌شود. سایر واحدهای صنعتی خارج از شهرک‌های صنعتی نیز بعضاً دارای تصفیه‌خانه مستقل بوده و پساب تولیدی را مجدداً در فرآیند تولید یا آبیاری فضای سبز مورد استفاده قرار می‌دهند. نکته‌ای که در مورد تصفیه فاضلاب‌های صنعتی باید مورد توجه قرار گیرد این است که بخش‌های مختلف در این واحدها، فاضلاب‌های با کیفیت متفاوت تولید می‌کنند و جداسازی آنها می‌تواند هزینه‌های تصفیه را به میزان قابل توجهی کاهش دهد.



تصفیه‌خانه کارخانه قند



تصفیه‌خانه کشتارگاه



تصفیه‌خانه کارخانه نساجی



تصفیه‌خانه واحد پتروشیمی

۳-۱-۳- استحصال آب باران

استحصال آب باران، به معنی جمع‌آوری آب باران، ذخیره‌سازی و استفاده از آن است. استفاده از آب باران برای آبیاری اراضی کشاورزی، شرب دام و طیور، شستشو و حتی آشامیدن دارای سابقه چند هزار ساله در بسیاری از مناطق خشک کره زمین است. استحصال آب هم بطور طبیعی و هم با دخالت انسان در طبیعت و بصورت مصنوعی امکان‌پذیر است. معمولاً پس از وقوع بارش‌های تند، جریان آب مازاد روی سطح زمین به طرف گودال‌ها و اراضی پست حرکت می‌کند و در آنجا جمع‌آوری و در نتیجه زمین‌ها آماده کشاورزی می‌شوند که این روش طبیعی استحصال آب می‌باشد. جمع‌آوری آب باران به روش مصنوعی عبارتست از کمک به افزایش رواناب از سطح آبگیر و سپس جمع‌آوری و یا هدایت آب به سمت یک منطقه‌ی معین به منظور استفاده از آن. آب استحصال شده علاوه بر مصارف زراعی و باغبانی، در مواردی از جمله تامین آب شرب مورد نیاز انسان، دام‌ها، حیات وحش و اهداف دیگر نیز قابل بهره برداری است.

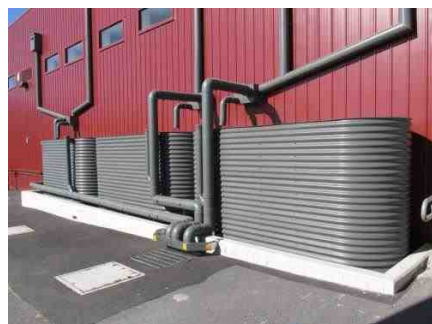


جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آب باران از سقف شیروانی



تا پایان سال ۱۳۹۸، ۷۰ درصد واحدهای صنعتی مستقر در شهرک‌های صنعتی کشور به تصفیه‌خانه فاضلاب متصل بوده‌اند و از پساب تولیدی برای مصارفی همچون آبیاری فضای سبز استفاده شده است.





مخازن سطحی و زیرزمینی جمع آوری آب باران



نمونه ای از احداث بند سنگی برای جمع آوری آب باران برای آبیاری نخلستان در هرمزگان



چاه های تاریخی طلا در قشم برای جمع آوری آب باران



آب انبار: سازه های تاریخی برای جمع آوری آب باران در مناطق خشک ایران

برخی از مزایای استحصال آب باران به شرح زیر هستند:

- ۱- کاهش اتکا به سیستم های متمرکز آبرسانی از سد یا چاه و در نتیجه امکان تامین آب برای کسانی که به این منابع دسترسی ندارند.
- ۲- استفاده از آب باران پیش از آنکه در تماس با انواع سطوح آلوده، غیر قابل استفاده مستقیم شود.
- ۳- احیا سازه های سنتی که در گذشته نیز جهت استحصال آب باران در مناطق مختلف کشور احداث شده اند.

۳-۲- معرفی اقدامات عملی به منظور کاهش مصرف آب در ساختمان‌های با کاربری خانگی

اقدامات متنوعی برای کاهش مصرف آب و مدیریت آن در مصارف خانگی نیز وجود دارد که در جدول (۹)، در دو بخش رفتار مصرف آب و ابزار مصرف آب به صورت فهرست‌وار به آنها اشاره شده است.

جدول ۹: فهرست اقدامات اجرایی پایش مصرف آب و جلوگیری از اتلاف آب در کاربری‌های خانگی

نوع اقدام	شرح اقدام
اطمینان از کم مصرف بودن تجهیزات آب بر و آب پخش براساس استاندارد ملی برچسب آب	استفاده از ماشین‌های ظرفشویی و لباسشویی کم مصرف و اطمینان از کم مصرف بودن سایر وسایل خانگی مصرف کننده آب
	نصب سرشیر (پرلاتور) روی شیرهایی که خروجی آنها بیش از مقادیر تعیین شده در مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان است
	نصب شیرهای خودکار
	نصب سردوش‌های کاهنده مصرف یا تنظیم‌کننده جریان (رگولاتور) روی سردوش
	استفاده از فلاش تانک دو مرحله یا تغییر شناور فلاش تانک تک مرحله ای
	استفاده از سیستم تهویه مطبوع که مصرف آب کمی دارند و انجام اقدامات لازم برای کاهش مصرف آب کولرهای آبی
	بررسی مرتب تجهیزات لوله‌کشی و شیرآلات جهت جلوگیری از نشتی
	عایق بندی لوله‌های آب گرم و سرد در محیط‌هایی که تبادل حرارتی زیادی دارند.
	اجتناب از بازگذاشتن شیرآب غیر از مواقع ضروری
	بستن شیر آب به هنگام مسواک زدن، شستن دست، وضو گرفتن و ...
کاهش مصرف آب با اصلاح رفتارهای مصرف آب	خیساندن ظروف کثیف هنگام شستشو با دست به جای باز گذاشتن آب موقع شستو
	استفاده از یک تشت برای شستشوی میوه‌ها و سبزیجات و استفاده مجدد از آب آن مثلا برای آبیاری
	توجه به مقوله آب مجازی و کاهش هدررفت محصولاتی که برای تولید آنها آب زیادی مصرف می‌شود مانند کاهش ضایعات محصولات غذایی مورد استفاده و دورریز آنها.
	استفاده از ماشین لباسشویی و ظرف شویی در صورت امکان بجای شستشوی دستی و استفاده از این وسایل با ظرفیت کامل
	استفاده نکردن از آب برای یخ زدایی مواد غذایی
	اجتناب از شستشوی سطوح با آب با فشار زیاد و شلنگ و جارو کردن زمین به جای شستن آن
	استفاده از سطل آب برای شستشوی ماشین به جای باز نگه داشتن شیر آب و شلنگ، استفاده از نازل محدود کردن استفاده از وان برای استحمام
	کوتاه کردن زمان دوش گرفتن
	انجام اقدامات لازم برای کاهش مصرف آب در فضای سبز
	پرهیز از افراط در استفاده از مواد شوینده برای جلوگیری از افزایش مصرف آب و آلودگی منابع آب
	استفاده از خدمات تخصصی پزشکی برای درمان وسواس در افرادی که رفتارهای وسواسی در مصرف آب زیاد دارند.

اطمینان از کم‌مصرف بودن تجهیزات آب‌بر و آب‌پخش براساس استاندارد ملی برچسب آب یکی از ساده‌ترین روش‌های کاهش مصرف آب خانگی است. منظور از تجهیزات آب پخش، مواردی مثل شیرآلات و سردوش و فلاش تانک است و منظور از تجهیزات آب‌بر، وسایلی مثل کولر و ماشین‌های لباس‌شویی و ظرف‌شویی است. استانداردهای برچسب آب که تا پایان سال ۱۳۹۸ به تایید سازمان ملی استاندارد رسیده است شامل شیرآلات، سردوش، مخازن آبشویه (فلاش تانک) و ماشین لباسشویی است. این استانداردها در بخش ۲-۶ این راهنما معرفی شده‌اند. در مورد مدیریت مصرف آب در سیستم‌های تهویه مطبوع و کولرهای آبی به طور خاص، در بخش ۳-۳ این راهنما، توضیحات کامل ارائه شده است. توضیحات مربوط به سردوش‌ها، شیرآلات و فلاش تانک‌های کم مصرف در بخش ۱۵-۳ این راهنما ارائه شده است.

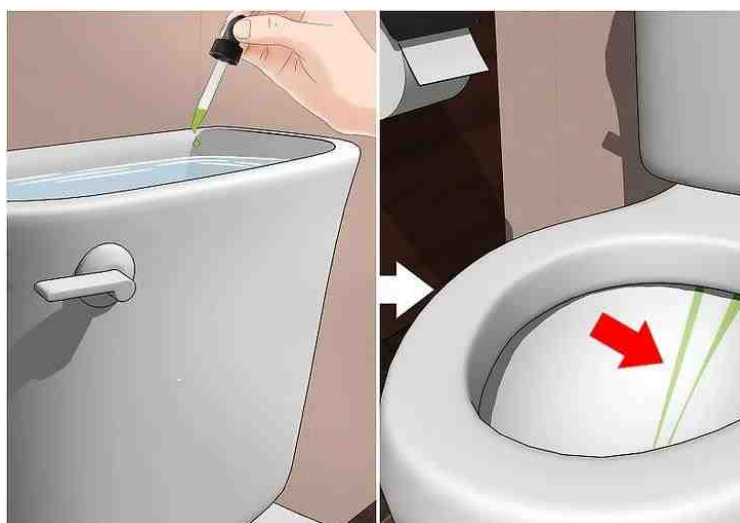
عایق بندی لوله‌های آب گرم و سرد در محیط‌هایی که تبادل حرارتی زیاد دارند: عایق بندی لوله‌های آب گرم و سرد در محیط‌هایی که تبادل حرارتی زیاد دارند، منجر به کم کردن مصرف آب و انرژی می‌شود. در شرایطی که زمان رسیدن آب گرم یا سرد با دمای مطلوب به شیرآلات یا تجهیزات تهویه مطبوع زیاد باشد، مقدار زیادی انرژی و آب هدر می‌رود. استفاده از سیستم‌های سیرکولاتور می‌تواند تا حد زیادی این مشکل را برطرف کند. در مورد این سیستم‌ها در بخش ۳-۲-۲ این راهنما، توضیحات بیشتر ارائه شده است.



بررسی مرتب تجهیزات لوله‌کشی و شیرآلات جهت جلوگیری از نشتی: شیرآلاتی که چکه می‌کنند، ممکن است منجر به هدررفت ده‌ها لیتر آب در طول شبانه روز شوند. به رفع نقص شیرآلاتی که نشتی دارند، باید اولویت داده شود. نشت آب از توالت فرنگی یا سیفون، ممکن است سالانه بیش از ۸۰ هزار لیتر آب را هدر دهد. این مقدار برای سه بار دوش گرفتن یک نفر در هر روز در طول یکسال کافی است. اگر فلاش تانک دارای نشتی باشد، با افزودن مواد رنگی به آب داخل فلاش تانک می‌توان نشتی آن را شناسایی کرد. فلاش تانک‌هایی که نشتی دارند، آب را به داخل کاسه توالت هدر می‌دهند. مواد رنگی اضافه شده با آب، ظرف مدت ۳۰ دقیقه از محل نشت پدیدار می‌شود.



نشتی‌های عمده ممکن است ناشی از شکستگی در لوله‌های ساختمان باشد که اگر سریعاً تعمیر نشود، علاوه بر هدررفت زیاد آب می‌تواند باعث خرابی‌های جدی در سازه یا تاسیسات ساختمان شود. افزایش ناگهانی مقدار مصرف ثبت شده توسط کنتور باید مورد توجه ساکنین قرار گیرد و مورد بررسی دقیق قرار گیرد.



نحوه تشخیص نشت آب از فلاش تانک با استفاده از ماده رنگی

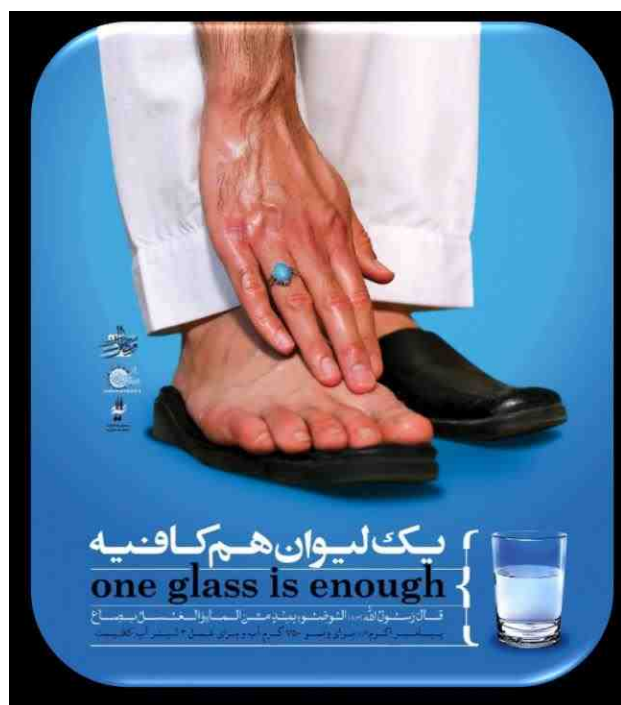
نشت و سرریز از منبع انبساط یکی دیگر از محل های هدر رفت آب در ساختمان ها می باشد. نشت آب از منبع انبساط علل مختلفی دارد. از جمله این موارد می توان به عملکرد نامطلوب فلوتر (شناور) یا شیر کنترل سطح آب منبع، نصب نامناسب فلوتر، گیر کردن ذرات جامد معلق در محل شیر فلوتر، خراب شدن قطعات لاستیکی و واشر شیر فلوتر، پوسیدگی و سوراخ شدن مبدل های حرارتی تامین آب گرم مصرفی نظیر کویل منابع کویلدار یا منبع دو جداره که باعث می شود آب به صورت پیوسته به درون سیستم گرمایی جریان یافته و در پی آن، منبع انبساط سرریز شود، اشاره کرد. برای جلوگیری از نشت آب به این دلایل باید تاسیسات مربوط به سیستم های گرمایشی به طور دوره ای و منظم مورد بازرسی قرار گیرند و در صورت مشاهده نشت آب، تعمیر شوند.



آب گرمکن ها هم ممکن است محل نشت آب باشند. عمده ترین دلیل نشت آب از آب گرمکن نقص لوله کشی و در برخی موارد ممکن است خوردگی مخزن آب گرمکن باشد. کولرها هم ممکن است

نشت آب قابل ملاحظه ای داشته باشند. توضیحات مربوط به مدیریت مصرف آب کولرها در بخش ۳-۳-۲ ارائه شده است.

در حوزه رفتار مصرف، متأسفانه با گسترش شهرنشینی و توسعه زیرساخت های انتقال و توزیع آب در شهرها، نوعی از توهم پرابی در شهرهای کشور ایجاد شد و به تدریج شهرنشینان نسبت به کمیابی آب در ایران و اقلیم خشک آن، حساسیت خود را از دست دادند. این امر در طی سال های متمادی منجر شده رفتارهای مصرف آب تا حد زیادی نامتناسب با محدودیت های طبیعی منابع آب کشور باشد. بنابراین یکی از مهمترین جنبه های مدیریت مصرف آب در خانه ها، اصلاح رفتارهای مصرف آب است. فرهنگ صحیح مصرف آب در خانوارها می تواند باعث شود تا این رفتارها از سنین کم در کودکان به عادت تبدیل شوند و بعدها در هر نوع شغلی که اختیار کنند، صرفه جویی در مصرف آب در آن مشاغل را نیز به دنبال داشته باشد. نمونه این رفتارهای مطلوب مصرف ذیلاً توضیح داده شده است:



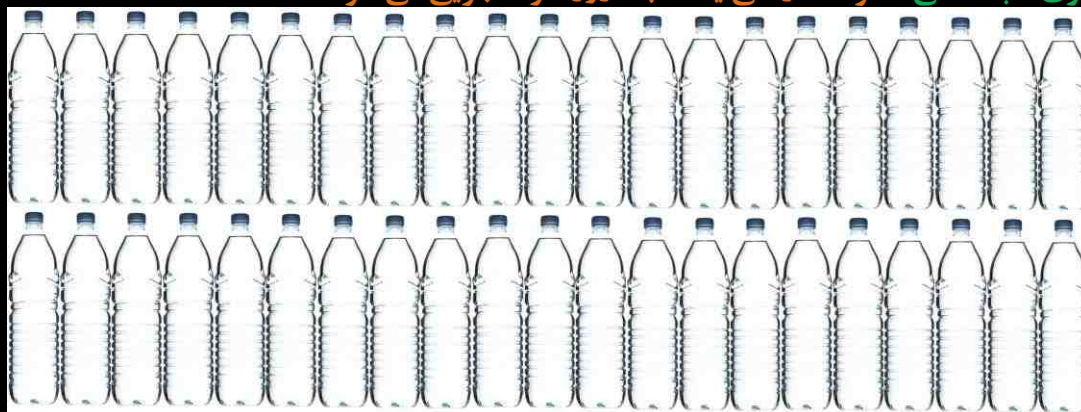
اجتناب از بازگذاشتن شیر آب غیر از مواقع ضروری و بستن شیر آب به هنگام مسواک زدن، شستن دست، وضو گرفتن و ... اگر هر فرد تلاش کند در زمان شست و شوی دست و صورت، مسواک زدن یا موارد مشابه تنها یک دقیقه از مدت زمان بازبودن شیر آب بکاهد، می توان روزانه ده ها لیتر از مصرف آب خانواده کاست. شیوه صحیح مسواک زدن تاثیر زیادی در سلامت و بهداشت دندان ها دارد، ولی باز بودن شیر آب در حین مسواک زدن لزومی ندارد. با یک لیوان آب نیز می توان دندان ها را به خوبی مسواک کرد و دهان را شست. صرفه جویی در مصرف آب حین وضو گرفتن و حتی وضو گرفتن با یک لیوان آب مورد توصیه بسیاری از علمای دینی و مراجع تقلید می باشد. از پیامبر اکرم (ص) روایت شده است که برای هر بار وضو گرفتن، یک صاع (معادل ۷۵۰ میلی لیتر) و برای هر بار غسل کردن، یک مدّ (معادل ۳ لیتر) آب کافی است.



هر دقیقه بازنگه داشتن شیر سینک ظرفشویی با توجه به نوع شیر آلات و فشار آب شبکه می تواند منجر به مصرف ۶ تا ۳۰ لیتر آب (۲۰ بطری آب معدنی خانواده) شود.



اگر یک خانواده ۴ نفره در شبانه روز تنها ۳ بار وضو بگیرند و برای هر بار وضو گرفتن یک دقیقه شیر آب را باز نگه دارند حداقل ۷۲ لیتر در شبانه روز آب مصرف می شود. حال اگر میزان مصرف آب هر بار وضو گرفتن برای هر فرد این خانواده به ۷۵۰ میلی لیتر (چنانچه در روایات توصیه شده) محدود شود، ۶۳ لیتر آب معادل ۴۲ بطری آب معدنی خانواده در طی یک شبانه روز صرفه جویی می شود.



خیساندن ظروف کثیف هنگام شستشو با دست به جای باز گذاشتن آب موقع شستو: برای شستشوی دستی ظروف بهتر است، قبل از آنکه مواد غذایی روی آنها خشک شود و بلافاصله بعد از استفاده، شستشو صورت گیرد. در غیر این صورت، بهتر است ظروف در مقداری آب همراه با مواد شوینده خیسانده شوند تا راحت تر شسته شده و از هدررفت آب جلوگیری شود.

استفاده نکردن از آب برای یخزدایی مواد غذایی: برخی افراد برای یخزدایی مواد غذایی، آن را زیر جریان آب گرم قرار می دهند. با هر دقیقه باز نگهداشتن شیر آب سینک ظرفشویی حداقل ۴ بطری آب معدنی خانواده آب به هدر می رود. موارد زیر می تواند منجر به انجام ساده تر یخزدایی و اسراف نشدن آب در این فرآیند شود:

- ۱- در هنگام قرار دادن مواد غذایی در فریزر، آنها را در بسته‌هایی معادل اندازه‌های مصرفی در هر وعده قرار دهید تا برای جدا کردن مقدار مورد نیاز برای هر بار آشپزی، مجبور به یخ‌زدایی مقدار بیشتری نشوید.
- ۲- محصولات غذایی را حتی‌الامکان در قطعه‌های کوچکتر فریز کنید تا یخ‌زدایی آنها راحت‌تر انجام شود.
- ۳- برای یخ‌زدایی از یکی از روش‌های زیر که به ترتیب اولویت نیز درج شده‌اند، استفاده کنید:
 - برای یخ‌زدایی از ماکروویو استفاده کنید تا بدون مصرف آب و در زمان بسیار کم یخ‌زدایی انجام شود.
 - برای یخ‌زدایی، مواد غذایی فریز شده را شب قبل در یخچال قرار دهید.
 - مواد غذایی را داخل کیسه‌هایی که آب به آنها نفوذ نمی‌کند قرار دهید و سپس کیسه حاوی مواد فریز شده را در یک کاسه آب گرم بگذارید.



استفاده از یک تشت برای شستشوی میوه‌ها و سبزیجات: شستشوی میوه و سبزیجات با جریان مداوم آب می‌تواند هدررفت بسیار زیاد آب را به همراه داشته باشد. به طور مثال شستن یک کیلوگرم میوه در شرایطی که آب شیر سینک ظرفشویی باز است، ممکن است منجر به هدررفت ده‌ها لیتر آب شود، در صورتی که با خیساندن میوه‌ها و سبزیجات در یک تشت، می‌توان آب‌کشی را با حجم بسیار کمتری از آب انجام داد. با این کار علاوه بر استفاده از

حجم کمتری از آب، از آب جمع شده در تشت برای مصارفی نظیر آبیاری باغچه‌ها و گل‌ها نیز استفاده کرد. توصیه می‌شود سبزیجات را در کاسه پُر شده با آب در ظرفشویی خیس کنید و سپس عمل آبکشی را انجام دهید. توجه به مقوله آب مجازی و کاهش هدررفت محصولاتی که برای تولید آنها آب زیادی مصرف می‌شود: برای تولید هر کالایی آب مصرف می‌شود. بنابراین صرفه‌جویی در مصرف کالاهایی که برای تولید آنها آب زیادی مصرف شده، یکی از روش‌های صرفه‌جویی غیرمستقیم در مصرف آب است. در این خصوص توضیحات بیشتری در بخش ۳-۴ این راهنما ارائه شده است.

اجتناب از شستشوی سطوح با آب با فشار زیاد و شلنگ و جارو کردن زمین به جای شستن آن: شستشوی سطوح با آب یکی از عادات‌های غلط در برخی از افراد است. این افراد به جای استفاده از وسایلی مثل جارو برای به طور مثال جمع کردن برگ‌های خشک از سطح حیاط یا پیاده‌روی مقابل منزل، از شلنگ آب با فشار زیاد استفاده می‌کنند و آبی که با صرف هزینه بسیار زیاد برای آشامیدن تصفیه شده را به هدر می‌دهند.



برای صرفه‌جویی در مصرف آب باید برای تمیز کردن سطوح مختلف از ابزار و روش‌های مناسب آن استفاده کرد. بطور مثال استفاده از بخارشوی می‌تواند امکان شستشو و ضدعفونی یک سطح چند ده متر مربعی را با کمتر از یک لیتر آب و بدون استفاده از شوینده‌های مضر برای محیط زیست فراهم کند و سطوح را به طور کامل ضدعفونی کند. این ابزار برای شستشوی سطوحی مثل کف‌های سنگی یا سرامیکی منازل، دیوارهای سرویس‌های بهداشتی و حتی سطوحی در آشپزخانه که چربی‌گیر هستند، بیشترین میزان صرفه‌جویی در مصرف آب را ایجاد می‌کند و کمترین آسیب به محیط زیست را وارد می‌کند. نمونه‌های صنعتی بخارشوی‌ها در مکان‌های عمومی،

بیمارستان‌ها و واحدهای صنعتی قابلیت کاربرد دارند. برای تمیز کردن سطوحی مثل حیاط منازل یا پیاده‌روها بهتر است از جارو استفاده شود و حجم اندکی آب صرفاً برای شستشوی نهایی، ترجیحاً با سرشلنگ‌هایی که آب را با فشار زیاد به سطوح می‌پاشد، استفاده شود.

پرهیز از افراط در استفاده از مواد شوینده برای جلوگیری از افزایش مصرف آب و آلودگی منابع آب: شوینده‌هایی که برای شستشوی بدن، مواد غذایی و غیره استفاده می‌شود، همراه فاضلاب به منابع آب سطحی یا زیرزمینی



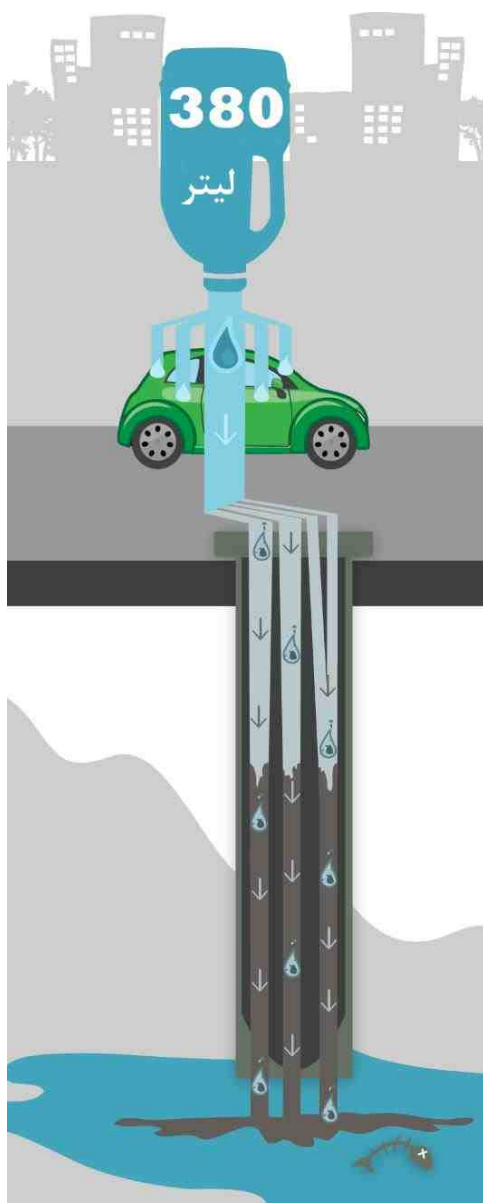
تخلیه شده یا به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب منتقل می‌شوند. ترکیباتی که از طریق شوینده‌ها وارد منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌شوند، به طور غیرمستقیم بر سلامت انسان نیز تاثیر می‌گذارند. شوینده‌ها در صورت ورود به آب رودخانه، اکسیژن محلول در آب را کاهش می‌دهند و ضمن ایجاد کف روی آب، مانع اختلاط آب و هوا و ورود نور به آب می‌شوند که حیات آبزیان و خودپالایی رودخانه را به مخاطره می‌اندازد. ورود بیش از حد این مواد به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب

هم منجر به ایجاد اختلال در عملکرد این تاسیسات می‌شود. وجود مواد شوینده در آب شرب می‌تواند منجر به بیماری‌های مختلف از جمله سرطان در انسان شود.



همچنین برای جلوگیری از آلودگی منابع آب از ریختن روغن اضافی پخت و پز و داروها در فاضلاب خودداری کنید. روغن پخت و پز باید در ظرفی نگه داشته شود تا خنک شده و سپس همراه زباله‌ها دفع شود. داروها دارای مواد سمی هستند که ریختن آنها در فاضلاب می‌تواند باعث آلودگی تدریجی منابع آب و منابع غذایی ما شده و سلامتی انسان‌ها و سایر جانوران را به مخاطره بیاندازد.

انجام اقدامات لازم برای کاهش مصرف آب در فضای سبز: در این مورد به توضیحات ارائه شده در بخش ۳-۵ این راهنما مراجعه کنید.



صرفه جویی در مصرف آب حین شستشوی خودرو: شستشوی خودرو اگر به شکل درستی انجام نشود، با مصرف زیاد آب و شوینده ها، آسیب زیادی به محیط زیست وارد می کند. با استفاده از شلنگ معمولی بدون نازل، اگر شیر آب ده دقیقه باز باشد، حدود ۳۸۰ لیتر آب مصرف می شود. راهکارهای مختلفی برای کاهش اثرات منفی شستشوی خودرو بر محیط زیست وجود دارد. محلول هایی برای شستشوی خودرو در بازار موجود هستند که نیازی به مصرف آب ندارد. برای شستشوی خودرو با این محلول ها، یک حوله با جنس مناسب را به محلول تمیزکننده ی ماشین آغشته کنید و خودرو را با آن تمیز کنید. این نوع از تمیزکننده ها به آب نیاز ندارند.

اگر باید با آب و شوینده های معمولی ماشین را بشوید، سعی کنید از کارواش های سازگار با محیط زیست استفاده کنید، یا از سطل آب برای شستشوی ماشین به جای باز نگه داشتن شیر آب و شلنگ استفاده کنید. اگر پاشش آب با شلنگ روی خودرو الزامی است، حتما از نازل مناسب استفاده کنید که آب کم را با فشار زیاد روی ماشین بپاشد.

استفاده از نازل می تواند تا ۷۰ درصد نسبت به استفاده از شلنگ بدون نازل صرفه جویی ایجاد کند



محدود کردن استفاده از وان برای استحمام و کوتاه کردن زمان دوش گرفتن: نزدیک به ۵۰ درصد آب مصرفی خانوارها در سرویس های بهداشتی و حمام مورد استفاده قرار می گیرد. بنابراین استفاده از ابزارهای کاهنده مصرف آب و رفتارهای صحیح مصرف در این مکان ها از اهمیت زیادی برخوردار است که در بخش ۳-۲-۳ توضیح داده خواهند شد. پر کردن وان بسته به نوع آن و محل قرارگیری در حمام ممکن است ظرفیت نگهداشت ۱۵۰ تا ۴۰۰ لیتر آب داشته باشد. به عبارت دیگر، یک وان ۴۰۰ لیتری، برای پر شدن نیاز به بیش از ۲۶۰ بطری آب معدنی خانواده، آب دارد. حجم آب مورد نیاز برای یک بار پر شدن این وان برای استحمام ۵ نفر کافی است. قطعاً استفاده از وان از جمله مصداق های بدمصرفی آب است که با طبیعت خشک و نیمه خشک ایران ناسازگار است. حتی اگر وان مورد استفاده قرار نگیرد، شستشوی دوره های آن هم مصرف آب زیادی را به همراه خواهد داشت و بطور کلی

نصب آن (بخصوص انواع حجیم) در حمامها توصیه نمی شود.



یکی از مهمترین عوامل در محدود کردن میزان مصرف آب در حمام، محدود کردن زمان استحمام است. حداکثر زمان باز بودن دوش در حمام باید ترجیحاً به ۸ دقیقه محدود شود. هر دقیقه باز نگه داشتن بیشتر دوش منجر به هدررفت ۸ تا ۳۰ لیتر

آب می شود. در برخی از خانه ها به دلیل غیر استاندارد بودن سیستم گرمایش و لوله کشی، ممکن است زمان طولانی آب باز باشد تا آب گرم به دوش برسد. در این شرایط، بهتر است از سیرکولاتور استفاده شود که توضیحات مربوط به آن در بخش ۳-۲-۲ این راهنما داده شد. تا اصلاح سیستم گردش آب در ساختمان، می توان آبی که تا زمان رسیدن آب گرم هدر می رود را در یک لگن جمع کرد و برای شستشو یا آبیاری یا سایر مصارف از آن استفاده کرد.



یک وان ۴۰۰ لیتری، برای پر شدن نیاز به بیش از ۲۶۰ بطری آب معدنی خانواده، آب دارد. حجم آب مورد نیاز برای یک بار پر شدن این وان برای استحمام ۵ نفر کافی است.



به عنوان مثال فرض کنید، یک خانواده ۴ نفره که افراد آن خانواده به صورت یک روز در میان دوش بگیرند و از سردوش کاهنده مصرف آب استفاده کنند و زمان دوش گرفتن را از ۲۰ دقیقه به ۸ دقیقه کاهش دهند. این خانواده، طبق جدول (۱۰) می توانند علاوه بر صرفه جویی ۳۹۱ مترمکعبی آب، با تعرفه های آب در سال ۱۳۹۸ مقدار ۱،۶۵۷،۴۶۲ ریال در طول یک سال در هزینه های خانوار صرفه جویی کنند که اگر هزینه نصب سردوش کاهنده را ۱،۰۰۰،۰۰۰ ریال فرض کنیم، هزینه نصب آن در کمتر از ۸ ماه جبران خواهد شد.

جدول ۱۰: برآورد صرفه جویی قابل انجام در صورت استفاده از سردوش کاهنده و کاهش زمان دوش گرفتن

وضعیت مصرف	آب مصرف شده برای دوش گرفتن در طی سال (مترمکعب)		آب صرفه جویی شده (مترمکعب)	هزینه آب بها برای دوش گرفتن در طی سال (ریال)		هزینه صرفه جویی شده (ریال)
	۲۰ دقیقه	۸ دقیقه		۲۰ دقیقه	۸ دقیقه	
استفاده از سردوش معمولی	۴۳۸	۱۷۵	۲۶۳	۱،۸۵۵،۳۶۸	۷۴۲،۱۴۷	۱،۱۱۳،۲۲۱
استفاده از سردوش کاهنده	۱۱۷	۴۷	۷۰	۴۹۴،۷۶۵	۱۹۷،۹۰۶	۲۹۶،۸۵۹
میزان صرفه جویی کل (کاهش زمان + سردوش کاهنده)			۳۹۱			۱،۶۵۷،۴۶۲



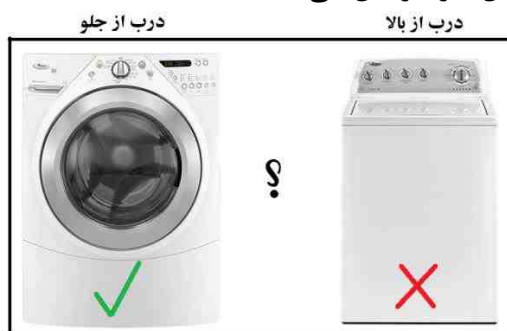
استفاده از خدمات تخصصی پزشکی برای درمان وسواس در افرادی که رفتارهای وسواسی در مصرف آب زیاد دارند: وسواس فکری از جمله اختلالات روانپزشکی است. وسواس تمیزی (وسواس شستشو) یکی از شایع ترین انواع وسواس فکری در ایران است. البته شستشو را باید با نظافت و تمیزی جدا نمود. فردی که وسواس تمیزی دارد، بیش از حد به تمیزی اهمیت می دهد به طوری که موجب اختلال در زندگی فردی و اجتماعی وی می شود به نحوی که مرتباً مورد اعتراض نزدیکان یا همکاران خود قرار می گیرد. به عنوان مثال چنین فردی ممکن است چندین ساعت زیر دوش حمام بماند تا کاملاً

تمیز شود. قطعاً این اختلال روانپزشکی منجر به هدررفت مقدار زیادی آب می شود. اصلاح این اختلال نیازمند مداخله تخصصی روانپزشک است.

۳-۲-۱- نکات مربوط به مدیریت مصرف آب در ماشین های لباسشویی و ظرفشویی

بطور کلی استفاده از ماشین های لباسشویی و ظرف شویی، نسبت به شستشوی دستی، آب بسیار کمتری مصرف می کنند. بنابراین استفاده از این وسایل برای مدیریت مصرف آب توصیه می شود. ولی مانند هر وسیله، استفاده صحیح در راستای مدیریت مصرف آب اهمیت دارد. در مورد ماشین لباسشویی، همانطور که در بخش ۲-۶ این راهنما نشان داده شده، با افزایش ظرفیت ماشین لباسشویی، میزان مصرف آب به مقدار قابل توجهی افزایش پیدا می کند.

بنابراین، متناسب با نوع کاربری و بار کاری که از این وسیله در هر خانه ای انتظار می رود، باید ظرفیت مناسبی انتخاب شود. استفاده از ماشین های لباسشویی با ظرفیت بالا برای شستشوی لباس های کم، منجر به هدر رفت مقدار قابل ملاحظه ای آب می شود. ماشین های لباسشویی جدید، امکان انتخاب برنامه شستشو متناسب با میزان لباس قرار گرفته داخل آن را فراهم می کنند ولی توصیه کلی این است که سعی شود تا حد امکان از ظرفیت کامل ماشین لباسشویی استفاده شود تا حداکثر بهره برداری از آب مصرف شده صورت گیرد. ذکر این نکته نیز ضروری است که ماشین های لباسشویی قدیمی مصرف آب به مراتب بیشتری از ماشین های لباسشویی جدید دارند. ماشین های لباسشویی که در سالهای اخیر وارد بازار شده اند، ۳۵ تا ۵۰ درصد آب و تا ۵۰ درصد انرژی کمتری برای هر بار کار کردن نسبت به مدل های قدیمی مصرف می کنند. توصیه می شود در موقع خرید ماشین لباسشویی، مدل های درب جلو را به مدل های بشکه ای (درب از بالا) اولویت دهید. به طور کلی میزان مصرف آب مدل های بشکه ای بیشتر از مدل های درب جلو است. سرویس های دوره ای ماشین های لباسشویی باید مرتب صورت گیرد چرا که کارکرد صحیح اجزای این دستگاه، در میزان مصرف آب و انرژی آن موثر است. به طور مثال، در صورت جرم گرفتن المنت های گرم کننده آب در ماشین لباسشویی، نه تنها کارایی آن در شستشو و لکه بری کاهش می یابد، بلکه میزان مصرف انرژی آن نیز افزایش می یابد.



بررسی های انجام شده برای میزان مصرف آب ماشین های ظرفشویی مدرن در مقایسه آب مورد نیاز برای شستشوی همان میزان ظرف به صورت دستی نشان می دهد که ماشین ظرفشویی تنها با ۱۰ تا ۲۰ درصد حجم آبی که هنگام شستشوی دستی ظروف مصرف می شود، آب مصرف می کند. به طور مثال، هنگام شست و شوی یک

سرویس ۱۲ نفره با دست به طور میانگین صد لیتر آب و ۲,۵ کیلووات ساعت انرژی برای گرم کردن آب مصرف می شود، اما یک ماشین ظرفشویی با سطح انرژی بالا، تقریباً ۱۵ لیتر آب و یک کیلووات ساعت انرژی برای همان میزان ظرف مصرف می کند. علاوه بر این، ماشین ظرفشویی، ظروف پاکیزه تری تحویل می دهد. علت این امر، دمای بالای آب و فضای داخل ماشین ظرفشویی هنگام شستشوی ظروف است که باعث از بین رفتن همه میکروبها می شود. کارشناسان سلامت تأکید دارند که ظروف کثیف وقتی با دست شسته می شوند، ممکن است کاملاً تمیز نشوند چراکه دمای مناسب برای تمیز شدن کامل ظروف، ۶۰ درجه سانتی گراد است؛ درحالی که تحمل این دما برای پوست دست عملاً امکان پذیر نیست. اما یک ماشین ظرفشویی به راحتی می تواند دمای آب را به این درجه برساند و در نتیجه ظروف به خوبی از آلودگی ها و چربی ها پاک می شوند. برای اطمینان از صرفه جویی در مصرف آب، ماشین ظرفشویی را وقتی روشن کنید که کاملاً پر باشد.

ماشین لباسشویی از جمله دستگاه هایی است که مورد استفاده اکثر خانواده های ایرانی است. در سال های اخیر، فن آوری های تولید ماشین لباسشویی تغییرات قابل ملاحظه ای کرده و مصرف آب و انرژی آنها به میزان قابل ملاحظه ای نسبت به مدل های قدیمی تر کاهش پیدا کرده است. به همین دلیل، چنانچه از مدل های قدیمی ماشین لباسشویی استفاده می کنید، خرید یک مدل جدیدتر یکی از راه کارهای کاهش مصرف آب برای شماست. در موقع خرید ماشین لباسشویی، مدل های درب جلو را به مدل های بشکه ای (درب از بالا) اولویت دهید. به طور کلی میزان مصرف آب مدل های درب از بالا بیشتر از مدل های درب جلو است.



به جای استفاده از برنامه سنگین برای شستشوی لباس هایی که دارای لکه های خاص هستند، قبل از قرار دادن لباس ها در ماشین لباسشویی، لکه های سخت را بشویید. برخی از لکه ها برای تمیزی به تکنیک خاص نیاز دارند که رفع آنها برای ماشین لباسشویی می تواند متناظر به مصرف آب و انرژی اضافی برای دورهای بیشتر شستشو با دمای بالا یا آبکشی های مکرر باشد. برای شستشوی لباس ها، لباسشویی را زمانی که کاملاً پر شده است، روشن کنید. شستشو با حداکثر حجم لباس باعث صرفه جویی مقدار زیادی آب می شود. مدل های جدیدتر ماشین لباسشویی تنظیمات خاصی دارند که امکان تعیین مقدار آب مورد

استفاده را با توجه به حجم لباس قرار گرفته شده در آن فراهم می کند. ولی در هر صورت، حداکثر صرفه جویی وقتی محقق می شود که ماشین لباسشویی همیشه با حداکثر ظرفیت مورد استفاده قرار گیرد و از این طریق، تعداد دفعات استفاده از آن در طی سال کاهش خواهد یافت. یکی دیگر از موارد مهم برای صرفه جویی در مصرف آب در زمان استفاده از ماشین لباسشویی، عدم استفاده از چرخه شستشوی اضافی است. گاهی ماشین لباسشویی شما

گزینه‌ای برای چرخه‌ی شستشوی ثانویه و غیرضروری دارد. در بسیاری از موارد، این گزینه با عبارت “Extra Rinse” مشخص شده است. خاموش کردن این گزینه بعد از اتمام هر چرخه‌ی شستشو مقدار زیادی در آب مصرفی خانواده‌ی شما صرفه جویی می‌کند. گزینه‌ی شستشوی اضافی شوینده‌ها را به طور کامل از لباس پاک می‌کند. در صورت خاموش کردن این گزینه، کسانی که پوست بسیار حساسی دارند ممکن است دچار خارش یا حساسیت‌های پوستی شوند، در این صورت بهتر است نوع شوینده‌های ملایم‌تر مناسب پوست اعضای خانواده به جای آبکشی اضافه مورد توجه قرار گیرد. استفاده بیش از حد از شوینده‌ها در ماشین لباسشویی، ممکن است شما را مجبور به استفاده از چرخه شستشوی ثانویه و آبکشی اضافی کند که منجر به هدر رفت آب می‌شود. بنابراین توصیه می‌شود از استفاده بیش از حد از شوینده‌ها خودداری کنید.

۳-۲-۲- سیستم سیرکولاتور

گاهی به دلیل دور بودن یکی از شیرهای برداشت آب (نظیر حمام) از محل آب گرمکن (یا هر سیستم گرمایشی دیگر نظیر پکیج)، باید مدت زمانی صبر کرده و آب گرم را بازنگه داریم تا پس از هدررفت مقدار بسیار زیادی آب، به تدریج آب گرم به محل مصرف برسد. این مشکل خصوصاً در منازل ویلائی، بزرگ و قدیمی و مکانهایی که استانداردهای طراحی تاسیسات در آنها رعایت نشده بسیار به چشم می‌خورد. یکی از روش‌های کم‌هزینه رفع این مشکل استفاده از پمپ‌های سیرکولاتور در مسیر جریان آب گرم مصرفی است. این پمپ باعث می‌شود تا زمانی که آب به دمای از پیش تعریف شده نرسیده، جریان آب برقرار نشود. بدین ترتیب از هدررفت مقدار بسیار زیادی از آب و انرژی جلوگیری می‌شود. سیستم سیرکوله آب گرم یک سیستم پردازشگر کوچک اما مفید است که می‌تواند در زیر سینک و یا در حمام نصب گردد. پردازشگر این سیستم قابلیت کنترل دما و چگونگی عملکرد پمپ را دارد. ویژگی‌های سیستم سیرکوله عبارتند از:

- خاموش کردن خودکار پمپ زمانی که آب گرم می‌شود.
- تا زمانی که دمای آب بیش از حد تعیین شده مطلوب باشد، سیستم کنترل، فرمان استارت را نمی‌دهد.
- اگر در طول زمان کوتاهی آب گرم به خروجی نرسد، پمپ به طور خودکار خاموش می‌گردد. این یکی از ویژگی‌های ایمنی پمپ برای زمان‌هایی است که مشکلی در سیستم آب گرم وجود داشته باشد و یا لوله آب گرم دچار شکستگی شده باشد.

مزایای سیستم سیرکوله به طور خلاصه عبارتند از:

- رسیدن سریعتر آب گرم به لوله خروجی
- صرفه جویی در مصرف آب و انرژی مورد نیاز برای گرم کردن حجم زیادی از آب مصرفی
- بهبود عملکردهای ماشین‌های ظرفشویی و لباسشویی

- کاهش فاضلاب خروجی
- کاهش مصرف سوخت و آلودگی محیط زیست

۳-۲-۳- تجهیزات کاهش مصرف آب در شیرآلات و سردوش‌ها

۳-۲-۳-۱- پرلاتور/درافشان/آب فشان/سرشیر

ساده‌ترین و اثربخش‌ترین و همچنین کم هزینه‌ترین کار در راستای کاهش مصرف آب، تعویض سرشیرها و مجهز نمودن شیرآلات به پرلاتور است که به نام‌های درافشان، آب فشان یا سرشیر کاهش مصرف نیز در بازار ایران نامیده می‌شود در حال حاضر به وفور انواع ایرانی و غیرایرانی آن در بازار موجود است. پرلاتور (سرشیر کاهش مصرف آب) در آبریز شیر روشویی، شیر ظرفشویی، شیر حمام و خروجی شلنگ در شیر توالت کاربرد دارد. این قطعات قابلیت اختلاط آب با هوا را دارند و ضمن کاهش مصرف آب بدون تغییر در حجم ستون آب سبب مطلوبیت مصرف نیز می‌گردند. با استفاده از این قطعات می‌توان تا ۴۰ درصد از مصرف آب خروجی شیرآلات در کاربری‌های خانگی و غیر خانگی کاست. کاهش مصرف آب، کنترل جریان آب، جلوگیری از فشار زیاد آب و پاشیده شدن آب به اطراف سینک و همچنین یکنواختی خروج آب از مزایای استفاده از سرشیرهاست. حال سوال این است که چگونه سرشیر را نصب و یا تعویض کنیم؟

جهت نصب سرشیر از قطعه‌ای به نام بوش استفاده می‌گردد که به همراه واشری زیر سرشیر، آب‌بندی بهتر را تامین می‌کند. پس از قرار دادن سرشیر در بوش، بهتر است آنرا با دست در مسیر خروج آب بست و آب‌بندی کرد. استفاده از آچار برای محکم کردن آن، ممکن است در هنگام باز کردن و رسوب‌زدایی ایجاد دردسر کند. شکل (۲۴) نحوه تعویض سرشیر را نشان داده است.



شکل ۲۴: نحوه تعویض یا نصب سرشیر

در صورتی که میزان املاح آب زیاد باشد، سرشیرها ممکن است بعد از مدتی رسوب بگیرند و کارایی آنها کاهش پیدا کند. در این حالت، در بعضی موارد ممکن است بعلت جمع شدن شن و ماسه موجود در آب و یا تاسیسات منزل، در پشت پرلاتور شیرآلات (علم شیر) و یا شلنگ، فشار آب کم و یا آب به اطراف پاشیده شود. در این صورت باید در افشان را باز کنید. همانطور که در شکل (۲۵-الف) نشان داده شده معمولاً می‌توان بدون استفاده از ابزار خاصی سرشیر را باز کرد.



(ب)



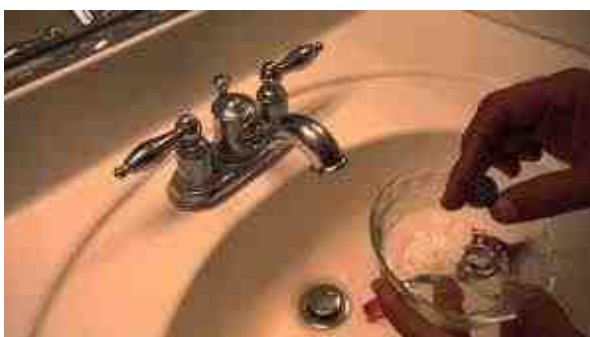
(الف)



(د)



(ج)



(و)



(ه)

شکل ۲۵: نحوه رسوب زدایی پرلاتور

در غیر این صورت با استفاده از آچار مناسب، مطابق شکل (۲۵-ب) و ضمن اطمینان از اینکه سر آچار را با پارچه یا پوشش مناسب پوشانده، تا به آبکاری سرشیر صدمه نزنند، آن را باز کنید. همانطور که در شکل‌های (۲۵-ج، د) نشان داده شده، رسوبات به شکل‌های مختلف ممکن است سوراخ‌های توری و اجزای پرلاتور را ببندد. برای تمیز کردن پرلاتور مطابق شکل (۲۵-ه، و) می‌توان از جریان آب یا سرکه استفاده کرد. همچنین می‌توان سرشیر را برای یکی دو ساعت درون سرکه قرار داد و پس از تمیز شدن در جای اولیه خود نصب نمود. در هنگام نصب سرشیر، قرار دادن واشر نباید فراموش شود.

در سال‌های اخیر، تنوع زیادی در سرشیرها ایجاد شده است. برخی از انواع سرشیرها در جدول (۱۱) نشان داده شده‌اند. پرلاتور ضد سرقت برای مکان‌های عمومی بکار برده می‌شود و برای باز کردن آن نیاز به آچار مخصوصی است که در جدول (۱۱) نشان داده شده است. سایر پرلاتورها به سادگی با دست یا آچارهای معمولی قابل باز و بسته شدن هستند. برحسب اینکه نوع رزوه سرشیر چگونه باشد، پرلاتورهای رزوه داخل و رزوه بیرون نیز در بازار موجود هستند که در جدول (۱۱) نشان داده شده‌اند. سرشیرهای هوادهنده، از طریق اختلاط آب و هوا، جریان خروجی را حجیم‌تر نشان می‌دهند. تماس این نوع جریان آب روی پوست حس نرمی و سبکی را القا می‌کند و آب را نیز به اطراف نمی‌پاشد. در سرشیرهای ضد رسوب، به جای استفاده از شبکه توری معمولی، از مواد نرمی مانند پلاستیک استفاده می‌شود. به دلیل انعطاف پذیر بودن این مواد، رسوبات و املاح جمع شده با مالش دست از آبفشان ریزش می‌کنند و یا با هر بار باز و بسته شدن آب در اثر حرکت قطعه‌ای مانند پیستون در داخل سرشیر، رسوب‌های جزئی خارج می‌گردند. البته اگر آب املاح یا رسوبات زیادی داشته باشد، رسوب‌زدایی همانند آنچه شرح داده شد، نیز ممکن است برای این سرشیرها ضروری باشد.

سرشیرها، اشکال متنوعی در نحوه ریزش و پاشش آب فراهم می‌کنند که برخی از آنها در جدول (۱۱) نشان داده شده است. همانطور که در اشکال دیده می‌شود، انواع پاشش جریان آرام، اختلاط آب و هوا، بارانی، پودری و یا اشکال فضایی در خروجی پرلاتورها قابل مشاهده است. برخی از سرشیرها، دارای قابلیت تنظیم زاویه خروجی هستند. از این سرشیرهای مفصلی در سینک آشپزخانه یا کاربری‌های غیرخانگی بیشتر استفاده می‌شود و امکان ۳۶۰ درجه تغییر جهت پاشش آب را فراهم می‌کنند. پرلاتورهای سکه‌ای شیرآلات از انواع دیگر سرشیرها هستند که به راحتی با دست و بدون نیاز به آچار قابل باز و تمیز کردن هستند. البته باید مراقب باشید که به اندازه‌ای آنها را محکم کنید که دفعات بعدی هم به راحتی باز شوند. پرلاتورهای غیرمفصلی نیز وجود دارند که با فشار دست، امکان تغییر زاویه پاشش آب را تا حد محدودی فراهم می‌کنند که در جدول نشان داده شده‌اند.

علاوه بر موارد ذکر شده، اگر به جزئیات مشخصات فنی سرشیرها توجه بیشتری کنیم، مقدار دبی جریان خروجی از آنها نیز متفاوت است. بعضی از سرشیرها مستقل از فشار آب پشت خروجی شیر، جریان ثابتی را خارج می‌کنند. سرشیرها در بازار ایران، معمولاً خروجی ۲، ۳ یا ۶ لیتر در دقیقه دارند. بعضی از سرشیرهای موجود در بازار هم دبی متغیر هستند، بدین معنی که با افزایش فشار آب، مقدار آب خروجی از شیر افزایش پیدا می‌کند. سرشیرهای

دبی ثابت ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۶ لیتر در دقیقه هم اخیراً به بازار این کالاها اضافه شده‌اند که آب را به صورت پودری و با فشار بالا تخلیه می‌کنند و بیشترین صرفه‌جویی در مصرف آب را فراهم می‌کنند.

جدول ۱۱: انواع سرشیرها و اشکال مختلف جریان خروجی آن‌ها

انواع سرشیرها			
ضد رسوب 	هوادهنده 	رزوه بیرون و رزوه داخل 	ضد سرقت 
با زاویه خروجی تنظیم شونده 	سکه‌ای 	مفصلی 	
دسته بندی سرشیرها براساس نوع جریان خروجی			
اسپری بارانی 	اسپری ملایم 	جریان آرام 	مخلوط آب و هوا 
جریان پودری 	جریان میکادو 		

خروجی بسیاری از شیرالات روشویی و ظرفشویی بطور متوسط در منازل و اماکن عمومی از ۱۰ تا ۱۵ لیتر در دقیقه با توجه به فشار شبکه توزیع آب متغیر است که این میزان با توجه به استانداردهای موجود (مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان) زیاد بوده و باید کاهش داده شود. برای اکثر موارد شستشو، این میزان از خروجی شیر آب عملاً نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد و عمده آب خروجی بدون اینکه مورد استفاده قرار گیرد، از کنار دست‌ها به هدر می‌رود. با نصب سرشیر مناسب، تنظیم جریان خروجی ثابت به میزان ۲ تا ۶ لیتر در دقیقه صورت خواهد گرفت و شاهد صرفه جویی قابل ملاحظه‌ای خواهیم بود.

به عنوان جمع‌بندی، استفاده از سرشیر، با ایجاد شرایط زیر، از جمله کاراترین راه کارهای مدیریت مصرف آب در ساختمان‌ها می‌باشد:

- طراوت بخشی به آب با اختلاط آب و هوا
- کاهش حجم آب عبوری بدون احساس ناخوشایند ناشی از خروجی کم آب به دلیل تنظیم فشار پاشش و شکل جریان خروجی و استفاده مناسب از اختلاط آب و هوا
- یکنواخت نمودن و ملایم نمودن جریان آب
- کنترل پاشش آب به اطراف و جلوگیری از کاهش هدررفت ناشی از پاشش به اطراف
- صرفه‌جویی قابل ملاحظه در مصرف آب بخصوص در مکان‌هایی که فشار آب شبکه توزیع زیاد است.
- کاهش مصرف انرژی برای تولید آب گرم

به طور مثال فرض کنید یک نفر در طول شبانه روز، ۴ بار دستش را با استفاده از شیر روشویی بشورد و فرض کنیم، هر بار ۳۰ ثانیه شیر آب باز باشد. با استفاده از سرشیر مناسب و کاهش دبی خروجی ۱۵ لیتر در دقیقه به ۶ لیتر در دقیقه، می‌توان ۱۸ لیتر آب (معادل ۱۲ بطری آب معدنی خانواده) در شبانه روز صرفه‌جویی کرد.



۳-۲-۳- سردوش‌های کاهنده مصرف آب

یکی از موارد اصلی مصرف آب در کاربری‌های خانگی و مکان‌هایی مثل استخرها، خوابگاه‌ها و هتل‌ها، استحمام و دوش حمام است. بطور متوسط حدود ۳۰ درصد مصرف آب در خانه‌ها، در حمام انجام می‌شود. استفاده از سردوش‌های مناسب با قابلیت اختلاط آب و هوا، کنترل میزان جریان خروجی آب و حالت‌های مختلف پاشش، می‌تواند تا حد زیادی در کاهش مصرف آب موثر باشد. شکل (۲۶) شمای کلی یک سردوش با مکانیزم اختلاط آب و هوا را نشان می‌دهد. همانطور که در این شکل دیده می‌شود، سردوش‌های کاهنده مصرف، هوا را از محلی روی محل پاشش آب یا دسته سردوش به داخل کشیده و پس از اختلاط با آب با فشار مناسبی تخلیه می‌کنند. سردوش‌های کاهنده مصرف آب، به دلیل تنظیم فشار پاشش آب روی بدن و مخلوط کردن آب و هوا، احساس خوشایندتری را نسبت به سردوش‌های معمولی برای مصرف کننده ایجاد می‌کنند.



شکل ۲۶: اختلاط آب و هوا در سردوش کاهنده مصرف آب



شکل ۲۷: نحوه رفع گرفتگی ناشی از رسوبات در نازل‌های سیلیکونی سردوش

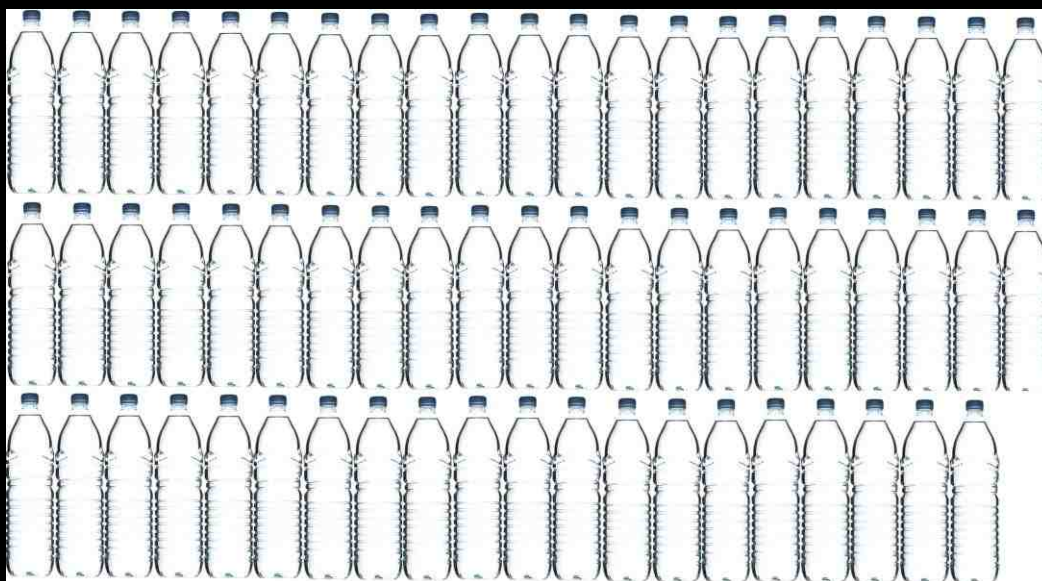
برای ایجاد فشار بیشتر، حفراتی که آب از آن‌ها خارج می‌شود در این سردوش‌ها معمولاً ریزتر از سردوش‌های معمولی هستند و به همین دلیل مهم است که از موادی ساخته شده باشند که رسوب منجر به بسته شدن آن‌ها نشود. نازل‌های سردوش‌های کاهنده معمولاً از جنس سیلیکون انعطاف پذیر هستند و همانند شکل (۲۷) در صورتی که با رسوب مسدود شده باشند، معمولاً به راحتی با دست قابل بازگشایی هستند. سردوش‌ها به طور کلی به دو دسته متحرک و ثابت دسته‌بندی می‌شوند (شکل ۲۸).



شکل ۲۸: سردوش های متحرک (راست) و ثابت (چپ)

سردوش های ثابت در صورت داشتن سطح بزرگ، معمولاً مصرف آب بیشتری دارند. سردوش های ثابت موجود در بازار ایران عمدتاً از نوع کاهنده مصرف آب نیستند و برای اطمینان از کم مصرف بودن دوش، علاوه بر توجه به استاندارد برچسب آب، بهتر است از انواع متحرک استفاده شود.

به طور مثال فرض کنید یک نفر به مدت ۱۰ دقیقه با یک سردوش معمولی ۱۸ لیتر در دقیقه دوش بگیرد. اگر همین استحمام با یک سردوش کاهنده ۸ لیتر در دقیقه انجام شود، ۱۰۰ لیتر یعنی حدود ۶۲ بطری آب معدنی خانواده آب کمتری مصرف می شود.



۳-۲-۳- شیرهای خودکار و زمان دار

استفاده از شیرآلات مجهز به حسگر یا شیرآلاتی که به طور خودکار بسته می شوند، معمولاً در مکان های عمومی توصیه می شوند. در این مکان ها، اگر شیر آب از روی بی توجهی باز بماند، بعد از مدت کوتاهی به طور خودکار بسته می شود و از هدر رفت آب جلوگیری می شود.

از جمله شیرهای خودکار، شیرهای فتوالکتریک هستند که به سنسور چشمی مجهز بوده و بدون تماس با دست قادر به قطع و وصل آب می باشند. این شیرها قابلیت صرفه جویی تا ۷۰٪ در مصرف آب و انرژی را در مقایسه با شیرهای معمولی دارند. استفاده از این شیرها بخصوص در روشویی مکان های عمومی و بیمارستان ها به علت صرفه جویی قابل ملاحظه حاصل از قطع سریع جریان و رعایت موازین بهداشتی بدلیل عدم لمس بدنه شیر توصیه می شود.

شیرهای فشاری زمان دار جهت کلیه مکان های عمومی اعم از ادارات، پادگان ها، مساجد، مدارس، ایستگاه های راه آهن، ترمینال ها، فرودگاه ها، رستوران ها و قابل استفاده می باشند و تا میزان ۶۰٪ مصرف آب را نسبت به شیرآلات معمولی کاهش می دهد. این شیرها به گونه ای طراحی شده اند که با اعمال فشار به آنها خروجی شیر باز می گردد و بعد از چند ثانیه به طور خودکار قطع می شود.

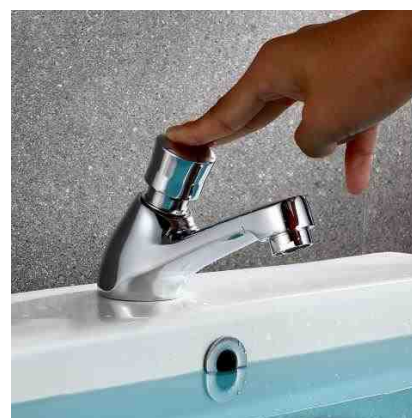
شیرهای پدالی، برای مکان های عمومی مورد استفاده قرار می گیرد. جریان آب از این شیرها در صورتی برقرار می شود که پدال قرار گرفته در پایین سینک، فشار داده شود. این شیرها به دلیل اینکه نیازی به لمس بدنه شیر برای باز و بسته کردن آن وجود ندارد، مزایای شیرهای فتوالکتریک را دارند در حالی که بسیار ارزان تر هستند. علیرغم مزیت های ذکر شده، رفع نقص این شیرها، ممکن است زمان بر بوده و تلفات آب در زمان ایجاد نقص در این شیرآلات ممکن است زیاد باشد.



شیر پدالی



شیر فتوالکتریک



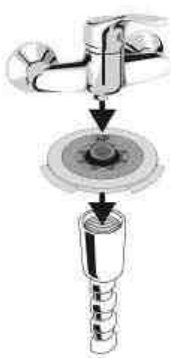
شیر فشاری

۳-۲-۳-۴- رگلاتور (تنظیم کننده جریان)



رگلاتورها با توجه به نوع ساخت قابلیت نصب آسان و مخفی را دارند و در محل اتصال شلنگ به سردوش حمام، شلنگ توالت، خروجی شیرآلات روشویی و همچنین علمک ثابت حمام می‌توانند نصب شوند و نقش خود را بعنوان یک قطعه کاهش دهنده مصرف آب ایفا نمایند. نحوه عملکرد این قطعه بگونه‌ای است که با تغییرات فشار آب همواره مقدار جریان ثابتی را تامین می‌نماید. استفاده از رگلاتورهای تنظیم کننده تا حد زیادی به کنترل و بهینه‌سازی مصرف کمک می‌نماید و راه‌حلی ساده و کم‌هزینه برای صرفه‌جویی در مصرف آب است.

رگلاتورهای موجود در بازار ایران، امکان ثابت نگاه داشتن دبی خروجی شیرآلات و شلنگ‌های حمام و توالت را در حد ۶ تا ۹ لیتر در دقیقه دارند. استفاده از این رگلاتورها سبب می‌شود در صورتی که فشار شبکه بسیار کم (مثلاً یک بار) و یا زیاد (مثلاً ۵ بار باشد) شود، دبی خروجی شیرآلات ثابت باقی بماند. در بیشتر اوقات استفاده از رگلاتور موجب بهبود وضعیت فشار آب و مطلوبیت شیرآلات می‌شود. خصوصاً در آپارتمان‌های بلند مرتبه موجب توزیع یکنواخت‌تر و مناسب‌تر آب می‌شود.



۳-۲-۳-۵- مخازن آبشویه (فلاش تانک)

مخازن آبشویه که در بازار موجود هستند به دو دسته تک حالت و دو حالت دسته بندی می‌شوند. میزان مصرف آب (حجم) برای مخازن آبشویه سرویس بهداشتی در استاندارد ملی برچسب مصرف آب مطابق جدول (۱۲) در نظر گرفته شده است.

جدول ۱۲: حجم تخلیه آب در مخازن آبشویه یک حالت و دو حالت (لیتر)

نوع مخزن آبشویه	تخلیه کامل	تخلیه نیمه	میانگین تخلیه
دو حالت ۶ و ۳ لیتری	۵/۵ - ۶/۵	۳ - ۳/۵	۳/۵ - ۴
دو حالت ۴/۵ و ۳ لیتری	۴/۳ - ۴/۷	۲/۸ - ۳/۲	۳/۱ - ۳/۵
دو حالت ۹ و ۴/۵ لیتری	۸ - ۹/۵	۴ - ۴/۵	۴/۵ - ۵/۵
یک حالت ۶ لیتری	حداکثر ۶		
یک حالت ۴ لیتری	حداکثر ۴		



فلاش تانک های قدیمی، برای هر بارش فلاش کردن بین ۱۳ تا ۲۰ لیتر آب مصرف می کردند در حالی که همانطور که در جدول (۱۲) دیده می شود، میزان مصرف آب فلاش تانک های جدید بین ۳ تا ۶ لیتر در هر بار فلاش است که به صورت قابل ملاحظه ای کاهش یافته است.



برای ساختمان های جدید بهتر است از فلاش تانک های کم مصرف دو مرحله ای استفاده شود. برای ساختمان های قدیمی، در صورتی که امکان تعویض فلاش تانک وجود نداشته باشد، می توان با قرار دادن جسمی مثلاً یک بطری پلاستیکی که با آب یا چیز دیگری پر شده، بخشی از فضای فلاش تانک را اشغال کند، حجم آب مصرفی را کاهش داد.



فلاش تانک های دو مرحله ای پر مصرف



فلاش تانک های تک مرحله ای پر مصرف

نمونه کاربرد کاهنده های مصرف آب در ساختمان های اداری شهر مشهد

جدول ۱۳: نمونه پروژه انجام شده کاهش مصرف آب در ساختمان های اداری در شهر مشهد

سازمان	میزان هزینه نصب کاهنده ها (ریال)	درصد میزان صرفه جویی در مصرف آب	صرفه جویی ریالی طی دو ماه	بازگشت سرمایه تقریبی هزینه نصب کاهنده ها (ماه)
ساختمان شماره ۱	۵۵۹,۰۰۰	۱۹	۳,۱۰۳,۴۰۰	۱۱
ساختمان شماره ۳	۲,۵۸۸,۰۰۰	۵۷	۳,۴۴۵,۰۰۰	۳
ساختمان شماره ۵	۸۳۰,۰۰۰	۱۹,۷	۴,۲۶۰,۶۰۰	۱۰

۳-۳- راه کارهای کلی مدیریت مصرف آب در سیستم‌های تهویه مطبوع

به منظور کاهش مصرف آب در سیستم‌های تهویه مطبوع می‌توان راهکارهای زیر را در نظر گرفت:

۱. استفاده از سایه‌بان غیرفلزی برای برج‌های خنک‌کننده یکی از راهکارهای متداول در این زمینه می‌باشد. باید توجه داشت در صورت استفاده از سایه بان فلزی به دلیل افزایش قابل ملاحظه دمای فلز و تابش آن به دستگاه، ممکن است مصرف آب نسبت به حالت عدم استفاده از سایه‌بان، افزایش پیدا کند. لازم به ذکر است که نصب سایه‌بان علاوه بر اثرات مستقیمی که روی کاهش مصرف آب و انرژی دارد، با محافظت از سیستم تهویه مطبوع در برابر تابش خورشید، باد، باران و برف باعث افزایش عمر دستگاه نیز می‌شود.
۲. چک کردن لوله‌های آب سرد و گرم سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی ساختمان و دیگ بخار به منظور عدم وجود نشتی در بازدیدهای سالیانه ضروری می‌باشد. وجود نشتی در این سیستم‌ها علاوه بر افزایش مصرف آب می‌تواند باعث افزایش مصرف هزینه‌های انرژی نیز شود.
۳. در سیستم‌های تبخیری با قابلیت تنظیم دما لازم است تا دمای محیط برای ایام گرم سال ۲۵ درجه سانتیگراد یا بیشتر انتخاب شود تا از کارکرد بیش از حد سیستم‌های تهویه مطبوع در فصول گرم جلوگیری شود.
۴. رسوب آب در تاسیسات تهویه مطبوع اثرات مخربی را به همراه دارد که از آن جمله می‌توان به خوردگی و استهلاک، کاهش راندمان انرژی، آلودگی محیط‌زیست، هزینه‌های بالای اسیدشویی اشاره نمود. از این رو لازم است تا تاسیسات تهویه مطبوع رسوب‌زدایی شوند. روش‌های مرسوم برای انجام رسوب زدایی استفاده از مواد شیمیایی آلاینده مثل اسید یا نمک بوده است که از طریق روش‌های رایج سالانه، چندین هزار تن نمک وارد فاضلاب شهرهای بزرگ می‌شود. مرحله نهایی رسوب‌زدایی تاسیسات سرمایشی و گرمایشی ساختمان‌ها، استفاده از انواع اسید برای حل رسوب تاسیسات بوده که منجر به رها سازی آب‌های اسیدی در چاه‌ها و شبکه‌های فاضلاب می‌گردد. سالانه برای رسوب‌زدایی تاسیسات هر ساختمان بزرگ چند صد لیتر اسید همراه هزاران لیتر آب مخلوط شده و پس از اسیدشویی، آب‌های اسیدی از طریق چاه‌ها و شبکه فاضلاب تخلیه می‌شود و به همین دلیل، آلودگی‌های ناشی از رسوب‌زدایی شیمیایی تاسیسات سرمایشی و گرمایشی ساختمان‌ها تهدید جدی برای منابع آب‌های زیرزمینی به حساب می‌آید. فناوری رسوب‌زدایی در تاسیسات سرمایشی و گرمایشی و تجهیزات صنعتی با مکانیزم تولید امواج الکترومغناطیسی و روش‌های الکترونیک شیوه جدیدی است که می‌تواند با حذف فرایندهای فوق کمک شایانی به کاهش مصرف آب و انرژی و جلوگیری از آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی نماید و ضمن حفظ محیط زیست به صورت پایدار و مطمئن از تجهیزات ساختمان‌های اداری و صنعتی نیز محافظت نماید. به عبارت دیگر استفاده از این روش

باعث افزایش راندمان تاسیسات نیز شده و هزینه تعمیر و نگهداری را کاهش می‌دهد و در جلوگیری از آلودگی منابع آب نقش مهمی ایفا می‌کند.

۳-۳-۱- راه های افزایش راندمان برج خنک کننده

یکی از مهم‌ترین محل‌های مصرف آب در سیستم‌های تهویه مطبوع، برج‌های خنک کننده است. به همین منظور، افزایش راندمان در این برج‌ها به منظور کاهش مصرف آب و انرژی امری ضروری است. اقدامات زیر را به منظور افزایش راندمان برج‌های خنک کننده می‌توان انجام داد:

تخلیه زیرآب برج خنک کننده از قسمت آب گرم: زیر آب به آبی می‌گویند که باید از برج خنک کننده تخلیه گردد و با آب تازه جایگزین شود. برای این منظور، مقداری از آب برج خنک کننده که املاح و سختی دارد با آب تازه جایگزین می‌شود تا غلظت املاح در آب برج خنک کننده کاهش یابد. تخلیه زیرآب برج خنک کننده، غلظت املاح در آب را که همواره به دلیل تبخیر در حال افزایش است کاهش می‌دهد. در صورتی که اگر میزان املاح آب از نقطه اشباع عبور کند، ذرات رسوب به وجود می‌آیند و میزان املاح بالاتر از نقطه اشباع، به شکل ذرات بسیار سخت در خواهند آمد. به همین دلیل برای جلوگیری از افزایش غلظت مواد معدنی و املاح، مقداری از آب برج خنک کننده تخلیه شده و آب جدید جایگزین می‌شود. اختلاف دمای آب ورود و خروجی از برج خنک کننده با نام رنج شناخته می‌شود. جهت جلوگیری از اتلاف انرژی بهتر است که تخلیه زیرآب برج خنک کننده از قسمت آب گرم ورودی به برج خنک کننده و قبل از خنک شدن آن باشد. معمولاً تخلیه زیر آب برج خنک کن از ناحیه تشت آب سرد برج خنک کننده انجام می‌شود که اشتباه است. تخلیه زیرآب برج خنک کننده از ناحیه آب گرم به میزان ۱ تا ۲ درصد، افزایش راندمان برج خنک کن و سیستم تهویه مطبوع را به دنبال خواهد داشت. شایان ذکر است که افزایش راندمان در این سیستم‌ها باعث کاهش مصرف آب و انرژی خواهد شد.

کاهش مصرف آب برج خنک کننده در بخش زیرآب: با توجه به تبخیر مداوم آب در برج خنک کننده مقدار املاح و رسوب در آب برج خنک کن دائماً در حال افزایش است و در صورت عدم تخلیه آب موجب گرفتگی و کاهش راندمان دستگاه و وارد آمدن خسارت خواهد شد. بنابراین هر چه میزان املاح آب بیشتر شود، نیاز است تا آب بیشتری با آب تازه جایگزین شود. با افزودن مواد شیمیایی خاص می‌توان نقطه اشباع تشکیل رسوب در برج خنک کننده را بالا برد تا نیاز کمتری به تخلیه آب از برج خنک کننده باشد.

انتخاب محل مناسب و نصب آفتابگیر یا گریل برای برج خنک کننده: همان‌طور که در بالا نیز ذکر شد نصب سایه‌بان غیر فلزی برای کلیه تاسیسات تهویه مطبوع نقش بسیار مهمی در کاهش مصرف انرژی و همچنین افزایش عمر قطعات دارد. معمولاً قطعات و اجزای برج خنک کننده در معرض نور خورشید قرار دارند و تابش نور مستقیم

آفتاب به آب کولینگ تاور، موجب رشد جلبک در سیستم برج خنک کن خواهد شد. این رشد جلبک موجب آسیب به پکینگ برج خنک کننده که نقش اصلی انتقال حرارت را دارد، آسیب وارد می کند و موجب گرفتگی نازل برج خنک کننده، قطعات و سیستم لوله کشی برج خنک کننده خواهد شد، بنابراین راندمان برج خنک کن پایین خواهد آمد. پس برای افزایش راندمان برج خنک کن و جلوگیری از تشکیل جلبک، در قسمت بالای برج خنک کن، آفتابگیر یا گریل باید نصب شود، تا جلوی تابش مستقیم آفتاب به داخل برج خنک کننده را بگیرد، ضمن اینکه باید توجه نمود که در مسیر خروج هوا و فشار هوا تداخل ایجاد نکند. بهتر است برج خنک کننده، در محل مناسبی قرار داده شود تا سایه بیشتری داشته باشد. باید توجه داشت که محل قرارگیری برج خنک کننده در خلاف جهت باد غالب منطقه نصب باشد و در محلی باشد که باد کمتر است، زیرا باد بیش از اندازه می تواند عملکرد برج خنک کننده را مختل کند و پرتاب آب به بیرون را افزایش دهد.

استفاده از سیستم کنترل هوشمند: سیستم کنترل هوشمند برج خنک کننده با اندازه گیری لحظه ای دمای خروجی از برج خنک کننده به وسیله اینورتر دور موتور را کنترل می کند و در مصرف آب و انرژی به طور قابل ملاحظه ای صرفه جویی می نماید. همینطور این سیستم در هنگام راه اندازی به صورت نرم، سیستم متحرک را راه اندازی می کند و در نتیجه از آسیب رسیدن به قطعات برج خنک کننده جلوگیری می کند.

بررسی و تغییر سیستم توزیع آب: در یک برج خنک کننده هر چه سیستم توزیع آب در برج خنک کننده قطرات ریزتری تولید نماید و به روی سطوح انتقال حرارت توزیع کند، راندمان برج خنک کننده بالاتر می رود. با پیشرفت تکنولوژی، امروزه نازل هایی طراحی و ساخته شده است که آب را به صورت یکنواخت و به صورت قطرات ریز به روی پکینگ ها می پاشد. لازم به ذکر است، تغییر سیستم توزیع آب یا نازل برج خنک کننده باید توسط کارشناس طراحی برج خنک کننده صورت پذیرد.

کاهش مصرف آب برج خنک کننده در بخش تبخیر: دستگاه برج خنک کننده دستگاهی تبخیری می باشد و عملکرد آن بر اصل تبخیر استوار است، به این معنی که باید تبخیر انجام شود تا خنک کاری صورت گیرد. بنابراین میزان تبخیر شدن آب معادل توان خنک کاری دستگاه می باشد و اگر میزان تبخیر آب کاهش یابد، در حقیقت میزان توان خنک کاری دستگاه کاهش یافته است. مسئله ای که در اینجا اهمیت پیدا می کند، این است که توان خنک کاری یا همان تبخیر مطابق با نیاز باشد و تبخیر اضافه انجام نشود. جهت کنترل میزان خنک کاری می توان دمای خروجی از دستگاه را تحت نظارت قرار داد و دمای مورد نیاز را تأمین کرد نه دمایی پایین تر از دمای مورد نیاز. برای این اقدام از سیستم های کنترل هوشمند برج خنک کننده استفاده می شود که با توجه به دمای آب خروجی از برج خنک کن میزان دور فن برج خنک کننده را کاهش یا افزایش می دهند که این کاهش یا افزایش منجر به تغییر دبی هوای در حال جریان درون دستگاه می شود. بنابراین میزان تبخیر کاهش و یا افزایش می یابد، حتی در مواقعی که هوا خنک است، فن برج خنک کننده را به طور کامل از مدار خارج می کند. به طور کلی هر

اقدامی که منجر به افزایش راندمان برج خنک‌کن شود موجب کاهش تبخیر آب و در نتیجه کاهش مصرف آب برج خنک‌کننده می‌شود.

کاهش مصرف آب برج خنک‌کننده در بخش پرتاب: پرتاب آب به بیرون از دستگاه موجب هدر رفت آب می‌شود و ممکن است قطرات با برخورد به تشت یا دیواره به بیرون دستگاه پرتاب شوند و یا با جریان هوای فن به بیرون هدایت شوند. راهکار جلوگیری از پرتاب قطرات آب، استفاده از قطره‌گیرها و لوورهای مناسب می‌باشد. قطره‌گیرها قطعات پلاستیکی یا فلزی هستند که مسیر منحنی شکل یا Z شکل در مسیر هوا بوجود می‌آورند که معمولاً در ناحیه مسیر ورود و خروج هوا قرار می‌گیرند. در این مسیر منحنی بوجود آمده هوا عبور می‌کند، ولی قطرات آب که سنگین هستند و قابلیت مانور ندارند، گیر می‌افتند و به داخل دستگاه بازگردانده می‌شوند و در نتیجه قطره‌گیرها و لوورها باعث کاهش مصرف آب برج خنک‌کننده می‌شوند.

۳-۲- نکات مرتبط با صرفه جویی مصرف آب در کولرهای آبی

سیستم‌های تهویه مطبوع می‌توانند حسب نوع و فن آوری مورد استفاده، مصرف آب بسیار ناچیز تا بسیار زیادی داشته باشند. کولرهای آبی که در بسیاری از ساختمان‌ها در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرند، مصرف آب بسیار زیادی دارند. هدررفت آب در تابستان توسط کولرهای آبی معضلی است که معمولاً در تمام شهرها به ویژه کلان‌شهرها و مناطق گرم به فراوانی دیده می‌شود. در واقع هر کولر آبی، معادل یک نفر، فرد پر مصرف در شبانه روز، آب مصرف می‌کند. آب از راه‌های زیادی از طریق کولرهای آبی در فصول گرم سال به هدر می‌رود. چکه کردن آب از کولرها (نشتی) معضلی است که در اکثر مواقع موجب هدررفت آب در فصول گرم سال می‌شود (شکل ۲۹).



شکل ۲۹: چکه کردن و یا سرریز آب از کولرهای آبی در فصول گرم سال

در بسیاری از موارد و در نقاط مختلف کشور، کولر در طول شب با افزایش فشار آب پر می‌شود و آب از مخزن آن سرریز می‌کند. علاوه بر این شناور کولر که کار تنظیم آب ورودی به مخزن را انجام می‌دهد، یا تنظیم نیست و یا فرسوده است و عملکرد درستی ندارد. از این رو بازدیدهای منظم از کولر و جلوگیری از نشتی و اطمینان از عملکرد مناسب شناور کولر می‌تواند میزان مصرف آب در کولر را تا میزان قابل توجهی کاهش دهد.

در صورت نصب سایه‌بان بر روی کولرهای آبی و زدن رنگ سفید به کولرهای با رنگ تیره و نیز رنگ آمیزی کانال کولرها به رنگ سفید، می‌توان مصرف آب در کولرهای آبی را کاهش داد (شکل ۳۰). علاوه بر این نصب سایه‌بان می‌تواند ۳ تا ۵ درجه سانتیگراد دمای هوای خارج شده از دریچه کولر را کاهش دهد. این امر باعث بالا رفتن کارایی کولر در کاهش دمای منزل و کمتر شدن زمان روشن بودن آن می‌شود. همچنین استفاده از پوشال استاندارد می‌تواند یکی از عوامل موثر بر مصرف آب در کولرهای آبی باشد. سرویس سالانه کولرها و بخصوص تعویض منظم پوشال‌ها، از جمله مواردی است که در کاهش مصرف آب نقش آفرینی می‌کند.



شکل ۳۰: نصب سایبان بر روی کولرهای آبی

اما موثرترین کار در کاهش مصرف آب و انرژی کولر آبی، استفاده از ترموستات (شکل ۳۱) است. برندهای متنوعی از ترموستات در حال حاضر در بازار ایران موجود هستند که معمولاً امکان تنظیم دما بین ۱۰ تا ۳۵ درجه سانتیگراد را فراهم می‌کنند و بعضاً انتخاب خودکار دور تند و کند کارکرد کولر را نیز از این طریق مهیا می‌گردد. این دستگاه با نصب آسان بدون تغییر در سیم‌کشی کلید کولر و قابلیت کنترل هوشمند دما را فراهم می‌کند قابل نصب بجای تمام کلیدهای فعلی می‌باشد. بطوری که با گرم یا خنک شدن هوا، کولر بصورت اتوماتیک بر اساس نیاز مصرف‌کننده، موتور، پمپ کولر و یا هر دو را خاموش یا روشن می‌کند. البته انتخاب محل مناسب نصب و قرار نگرفتن در مسیر مستقیم باد کولر در عملکرد صحیح ترموستات مؤثر می‌باشد. تنظیم دما بر روی دمای مناسب

فصل گرما که بین ۲۴ تا ۲۶ درجه سانتیگراد است باعث می‌شود تا هنگام رسیدن دمای اتاق به بازه تعیین شده، کولر به طور خودکار خاموش شود و بنابراین انرژی و آب کمتری مصرف کند. در واقع با انتخاب این بازه دمایی، در صورتی که دما از ۲۶ درجه سانتیگراد بالاتر برود، کولر روشن شده و تا رساندن دمای محیط به ۲۴ درجه روشن باقی می‌ماند. پس از آن خاموش می‌شود و تا زمانی که دما مجدداً به بالای ۲۶ درجه بازنگردد، کولر خاموش می‌ماند. طبیعتاً هر درجه افزایش بازه دمای مطلوب ذکر شده با استفاده از ترموستات، در فصل تابستان، می‌تواند مقدار قابل توجهی صرفه‌جویی در مصرف آب و انرژی به دنبال داشته باشد.



شکل ۳۱: نمونه یک ترموستات

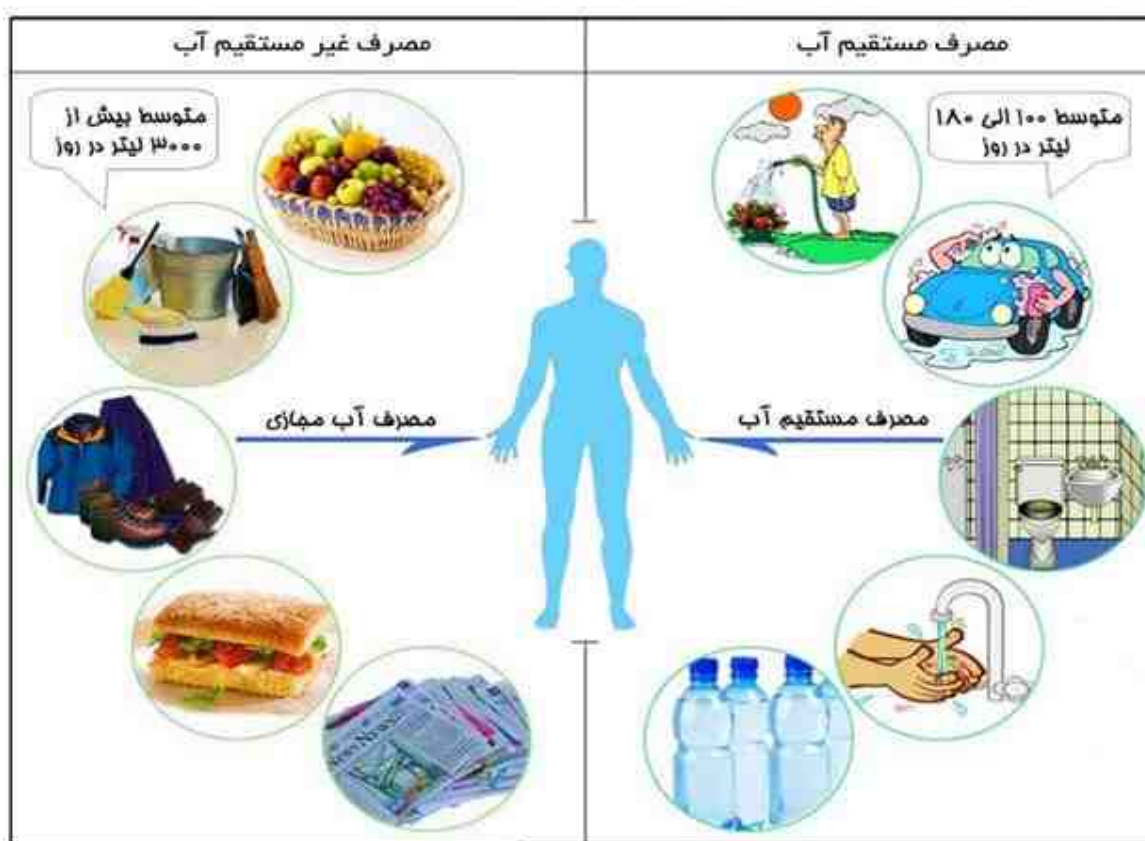
- برخی از اقدامات دیگری که می‌تواند منجر به کاهش مصرف آب در کولرهای آبی شود، به شرح زیر هستند:
- (۱) ظرفیت برودتی کولرها باید متناسب با فضای مورد استفاده و شرایط آب و هوایی محل (از لحاظ دما و رطوبت) انتخاب شود. کولرهای بزرگتر از حد نیاز تنها باعث مصرف بی‌مورد انرژی الکتریکی و آب می‌شوند.
 - (۲) حتی‌الامکان کانال‌کشی کولر از کوتاه‌ترین مسیر انجام شود. چنانچه کانال‌های کولر خارج از ساختمان قرار دارند، حتماً باید بوسیله عایق‌کاری با پشم شیشه یا عایق‌های دیگر و یا زدن رنگ سفید از گرم شدن کانال‌ها و هدر رفتن سرما در اثر تابش مستقیم نور خورشید بر روی آنها جلوگیری شود. در این مورد حتی نصب یک سایبان ساده بر روی کولر و کانال‌ها هم موثر است. هر چه مسیر کانال‌کشی کولرهای آبی پرپیچ و خم و طولانی‌تر باشد، فشار هوا در مسیر کانال‌ها افت پیدا کرده و جبران آن به انرژی بیشتری نیاز دارد و سرمای حاصل شده نیز کمتر می‌شود. لذا باید حتی‌الامکان کوتاه‌ترین مسیر کانال‌کشی در نظر گرفته شود.

- (۳) حتی‌الامکان هر ساله نسبت به تعویض پوشال‌های کولر اقدام گردد. تمیز کردن و رفع اشکالات کولر پیش از شروع به کار آن در فصل گرما، کارکرد کولر را بهبود بخشیده، مصرف انرژی آن را کاهش می‌دهد و از هدر رفتن سرما نیز جلوگیری می‌کند.
- (۴) استفاده بی‌مورد و یا همزمان از وسایل خانگی گرمازا مانند اجاق، سماور، لامپ‌های متعدد و نظایر آن باعث افزایش گرمای محل کار و سکونت می‌شود و نیاز به استفاده از کولر را افزایش می‌دهد. چنانچه امکان پذیر باشد باید از سیستم سرمایش موضعی در این موارد استفاده گردد. به این معنی که تنها به اتاق‌هایی که مورد استفاده قرار می‌گیرد هوای سرد را منتقل کنیم. بدین منظور می‌توان دریچه‌های ورودی هوا به سایر اتاق‌ها را مسدود کرد. سرمایش موضعی در مورد فضاهای بزرگتر به ویژه سالن‌های کار مانند سالن مونتاژ به معنی سرمایش محدوده کار کارگر می‌باشد، به این ترتیب نیازی به سرمایش کل فضا نخواهد بود.
- (۵) در حد امکان از روشن نگه داشتن مداوم کولر در طول روز پرهیز کنید و به ویژه سعی کنید از دور آهسته کولر استفاده کنید، تا دستگاه فشار کمتری را متحمل شود.
- (۶) برای جلوگیری از خروج سرما، اطراف پنجره‌ها و درها را با نوارهای درزگیر عایق‌بندی کنید. استفاده از تهویه طبیعی بخصوص در شب و درزبندی منازل، در روزهای گرم بسیار موثر خواهد بود.
- (۷) بهترین درجه حرارت منزل در تابستان بین ۲۴-۲۶ درجه سانتیگراد است. از سردکردن بیش از حد محل سکونت خود خودداری کنید.
- (۸) در صورت امکان کولر خود را در مسیر باد نصب کنید. زیرا این کار به علت کاهش فشار بر کولر باعث افزایش بازدهی آن و کاهش مصرف انرژی می‌شود.
- (۹) هنگامی که درجه حرارت بیرون ساختمان از دمای داخل کمتر است، با بازکردن پنجره‌ها به تهویه طبیعی ساختمان کمک کنید.
- (۱۰) در روزهای خیلی گرم، با بستن در و پنجره و کشیدن پرده‌ها از ورود انرژی گرمایی بیشتر به داخل ساختمان جلوگیری کنید.
- (۱۱) تخلیه منظم آب کولر (حداقل دوبار در ماه) باعث عمر بیشتر پوشال و در نتیجه کاهش تبخیر بی‌مورد آب ناشی از گچ گرفتن پوشال خواهد شد.

۳-۴- آب مجازی

توجه به مقوله آب مجازی که مفهومی است جدید می‌تواند در راستای اهداف کاهش مصرف آب از اهمیت زیادی برخوردار باشد. همانطور که می‌دانید نقش آب در زندگی ما صرفاً محدود به تامین نیازهای شرب و بهداشت و استفاده مستقیم از آب نمی‌شود و برای بسیاری از فعالیت‌های ما، آب یک نهاده غیرقابل حذف است. بطور مثال،

در روند تولید هر محصول کشاورزی، صنعتی یا هر خدماتی مثل اینترنت مصرفی، میزان مشخصی آب مورد استفاده قرار می‌گیرد که در محصول نهایی ممکن است دیده نشود و وجود نداشته باشد. با این حال برای تولید آن، مصرف آب ضروری است. به این آب، یعنی آب مصرفی در فرآیند تولید کالاهای مختلف، آب مجازی گفته می‌شود. مردم کشورهای مختلف براساس سبک زندگی و نوع تغذیه و کالاهای مورد استفاده در زندگی روزمره بین حدود ۲۰۰۰ تا ۸۰۰۰ لیتر آب به صورت مجازی مصرف می‌کنند که تنها بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ لیتر آن به صورت استفاده مستقیم از آب است (شکل ۳۲).



شکل ۳۲: مصارف مستقیم و غیر مستقیم آب

باید توجه کرد که برای تولید محصولات غذایی، آب زیادی مصرف می‌شود. البته میزان مصرف آب برای تولید محصولات مختلف کشاورزی و دامپروری تفاوت زیادی دارند. مثلاً برای تولید یک کیلوگرم گوشت گاو باید ۱۵۰۰۰ لیتر معادل ده هزار بطری آب معدنی خانواده، آب مصرف کرد. این در حالی است که محصولات گیاهی نظیر گندم یا ذرت به آب خیلی کمتری برای تولید احتیاج دارند. به همین دلیل کم کردن میزان مصرف گوشت به شرطی که پروتئین کافی برای حفظ سلامتی بدن تامین شود، یکی از روش‌های کاهش مصرف آب در کشور است. غذاهای

سنتی در رژیم غذایی ایران مثلاً آش، کوکو سبزی، انواع خورش‌ها معمولاً نیاز به گوشت کمی داشته و عمدتاً با استفاده از حبوبات و سبزیجات که برای تولید نیاز به آب کمتری دارند، تهیه می‌شوند. از سوی دیگر، دور ریز مواد غذایی یا سایر محصولات آب‌بر مثل کاغذ، مقوا و نیز باعث هدررفت آب زیادی می‌شوند. سبک زندگی کم آب‌طلب نیازمند کمتر کردن دورریز همه محصولاتی است که برای تولید آنها آب مصرف شده است. به عنوان نمونه حجم آب مصرفی برای تولید برخی محصولاتی را که به طور روزمره از آنها استفاده می‌کنید، در جدول (۱۴) نشان داده شده است.



توجه به مفهوم آب مجازی و جلوگیری از هدررفت آن فقط خاص مصارف کالاها در منازل نیست و مشمول همه مشاغل می‌شود. در بسیاری از ادارات و نهادهای روزانه بی‌جهت مقدار زیادی کاغذ مصرف و به هدر می‌رود. برای تولید یک بسته ۵۰۰ برگی کاغذ A۴، ۵۰۰۰ لیتر آب مصرف می‌شود. صرفه جویی در کاغذ و مقوا در ادارات و مشاغل مختلف یکی از روش‌های مهم صرفه‌جویی غیر مستقیم در مصرف آب است. دورریز غذا در رستوران‌ها و سلف سرویس ادارات،

دانشگاه‌ها، واحدهای صنعتی و یکی دیگر از محل‌های مهم هدررفت غیر مستقیم آب است که باید تا حد امکان محدود شود. مصنوعات پلاستیکی نیز آب‌بر هستند. برای تولید هر بطری پلاستیکی که برای نوشابه یا آب معدنی استفاده می‌شود، معمولاً ۲ برابر ظرفیت آن، آب مصرف می‌شود. به عبارت دیگر با استفاده کردن یک بطری آب معدنی خانواده، عملاً به جای ۱/۵ لیتر آب، ۴/۵ لیتر آب مصرف می‌شود. تلاش برای کاهش مصرف پلاستیک اعم از ظروف یکبار مصرف، بطری‌های پلاستیکی، کیسه و یکی دیگر از روش‌های کاهش مصرف آب مجازی است که در کاهش آلودگی محیط زیست نیز بسیار موثر است.

جدول ۱۴: میزان آب مجازی مصرف شده برای تولید کالاهای مختلف (لیتر)

آب مجازی (لیتر)	کالا	آب مجازی (لیتر)	کالا
۶۸۰	یک پرس برنج 	۱۰	یک برگ کاغذ A۴ 
۴۰۰۰	یک کیلوگرم گوشت مرغ 	۱۳	یک عدد گوجه فرنگی ۷۰ گرمی 
۴۱۰۰	یک تی شرت نخی 	۳۵	یک فنجان چایی 
۴۸۰۰	یک پرس چلوکباب 	۷۰	یک عدد سیب ۱۰۰ گرمی 
۸۰۰۰	یک جفت کفش چرمی 	۱۳۵	یک عدد تخم مرغ 
۱۵۰۰۰	یک کیلوگرم گوشت گاو 	۲۰۰	یک لیوان ۲۰۰ میلی لیتری شیر 
۲۰۰۰۰	یک شلوار جین 	۲۰۰	یک نان سنگ سنگ 
۴۰۰۰۰۰	یک خودروی سواری 	۴۰۰	یک کیلوگرم هندوانه 

۳-۵- معرفی اقدامات عملی به منظور کاهش مصرف آب در فضای سبز

در خصوص کاهش مصرف آب برای آبیاری فضای سبز، فهرست اقدامات نشان داده شده در جدول (۱۵) توصیه می‌شود. در ادامه این بخش توضیحاتی در مورد هر یک از این توصیه ها ارائه شده است.

جدول ۱۵: چک لیست اقدامات اجرایی کاهش مصرف آب در فضای سبز

کاشت گیاهان با نیاز آبی کم و منطبق با شرایط آب و هوایی هر منطقه
اجرای فضای سبز خشک منظر (xeriscaping) و منظرسازی کم آب طلب
ممنوعیت کاشت چمن یا استفاده از گونه‌های چمن که نیاز آبی کمی دارند (برای کاربردهای ضروری)
تغییر الگوی ساعات آبیاری عرصه های فضای سبز در ساعات اولیه روز و شب
برنامه ریزی مدون دوره آبیاری درختان
استفاده از مالچ گیاهی برای کاهش تبخیر آب آبیاری و نفوذ بهتر آب به محدوده ریشه گیاه
افزودن ژئولیت به خاک با هدف افزایش ظرفیت نگهداری آب در محیط ریشه گیاه
انجام عملیات زراعی جهت کاهش آب مصرفی: مبارزه با علف هرز، هرس و ...
استفاده از شیوه‌های آبیاری مدرن و هوشمندسازی آبیاری
تصفیه فاضلاب و بازچرخانی پساب جهت مصرف آبیاری فضای سبز
جداسازی انشعابات کاهش استفاده از آب شرب و بهداشتی برای آبیاری فضای سبز
جمع آوری نزولات آسمانی برای آبیاری فضای سبز

کاشت گیاهان با نیاز آبی کم و منطبق با شرایط آب و هوایی هر منطقه: انتخاب گیاهان مناسب نه تنها به طور کلی مصرف آب را کاهش می‌دهد، بلکه به دلیل مقاومت گیاه به آفات و امراض و شرایط محیطی یک منطقه، هزینه‌های نگهداری از فضای سبز شامل نیاز به کود شیمیایی و سموم مختلف نیز را کاهش می‌یابد. از دیگر سو، گیاهان مقاومتر و بومی، بر خلاف گیاهان حساس و غیر بومی و نامناسب، خیلی کمتر نیاز به حذف، جابجایی و واکاری پیدا می‌کنند. از دید زیست‌محیطی نیز کاهش مصرف آب باعث تقویت سفره‌های آب زیرزمینی و منابع آب سطحی خواهد شد. همچنین به دلیل کاهش استفاده از کودهای شیمیایی و حشره‌کش‌ها، ورود مواد سمی شیمیایی به خاک و آب‌های زیرزمینی کاهش خواهد یافت که منجر به آلودگی کمتر محیط‌زیست می‌شود. استفاده مناسب از گل‌ها، گیاهان پوششی، در ترکیب با درختان و درختچه‌های زیبا و مصالح تزئینی می‌تواند به طراحی منظرهای چشم‌نواز که برخاسته از فرهنگ و محیط منطقه هستند، منجر شود. چند نمونه از گیاهان مقاوم به خشکی ذیلاً معرفی شده‌اند (شکل ۳۳).



ون (زبان گنجشک)



انواع سرو



ختمی درختی



اسطوخودوس



رزماری



درخچه طاووسی



سرخارگل



دم موشی



جوننی

شکل ۳۳: انواع گونه‌های گیاهی مقاوم به خشکی



شاه پسند



شکر تیغال



بومادران



پامپاس گراس



آلوئه ورا



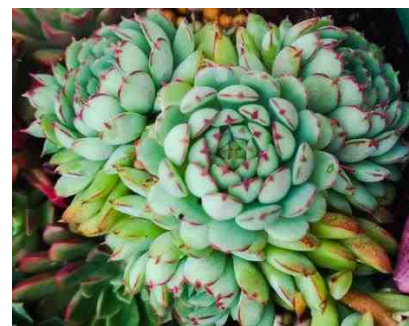
انواع کاج



چمن آبی



انواع کاکتوس



ادامه شکل ۳۳: انواع گونه‌های گیاهی مقاوم به خشکی

اجرای فضای سبز خشک‌منظر (xeriscaping) و منظرسازی کم آب‌طلب: منظرسازی کم آب‌طلب (زریسکیپینگ) واژه‌ایست برای بیان نوعی از منظرسازی که منجر به صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود. این نوع از منظرسازی با دقت خاص به سازگاری با اقلیم و خاک منطقه صورت می‌گیرد. این رویکرد شامل تکنیک‌هایی است که چه در

برنامه‌ریزی و مدیریت و چه در اجرا و نگهداری، موجب کاهش مصرف آب مورد نیاز آبیاری و حفظ ذخایر آب می‌شود. نمونه‌هایی از این نوع منظر سازی در عکس‌های زیر دیده می‌شود (شکل ۳۴).



شکل ۳۴: نمونه‌هایی از منظر سازی کم آب طلب قابل استفاده برای پارک‌ها، حیاط و فضاهای شیب دار

ممنوعیت کاشت چمن یا استفاده از گونه‌های چمن که نیاز آبی کمی دارند (برای کاربردهای ضروری): چمن یکی از گونه‌های گیاهی با نیاز آبی بالا است که میزان نیاز آبی آن در مناطق مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی، متفاوت است. در مراجع مختلف، نیاز آبی گیاه چمن در مناطق مختلف با آب و هوای معتدل تا گرم و خشک در ایران، بین ۹ تا ۲۰ لیتر به ازای هر متر مربع گزارش شده است. چمن نقش ناچیزی در جذب آلاینده‌های هوا و تولید اکسیژن دارد. چمن‌های کاشته شده در ایران اغلب بومی اروپا بوده و با شرایط اقلیمی ایران سازگار نبوده و مقاومت کمی به شرایط خشکی دارند. مصرف کودها، سموم و آفت کش‌ها برای نگهداری چمن بالاست و بنابراین علاوه بر هزینه زیاد نگهداری، باعث آلودگی محیط زیست نیز می‌شود. البته در بعضی از مکان‌ها مثل محل بازی کودکان در پارک‌ها که به پوشش گیاهی فرش گونه برای جلوگیری از آسیب‌دیدگی کودکان نیاز است و یا در حاشیه بزرگراه‌ها که بایستی آلاینده‌های رسوب کرده ناشی از حرکت مداوم خودروها از محیط جمع شود (از طریق چمن زنی)، استفاده از چمن مزایای غیر قابل انکاری دارد. چمن به دلیل قابلیت بالای پاخوری، در محل بازی کودکان کاشته می‌شود. در سال‌های اخیر، در مراکز تحقیقاتی مختلف در کشور، در مورد گونه‌های چمن مقاوم به

خشکی تحقیقات گسترده‌ای انجام شده است و گونه‌های مناسبی برای آب و هوای مناطق خشک ایران شناسایی شده که صرفاً در مواردی که استفاده از پوشش چمن ضروری است می‌تواند به کار برده شوند.



شکل ۳۵: آبیاری غیراصولی چمن در محوطه‌ای که کشت چمن ضرورت ندارد

تغییر الگوی ساعات آبیاری عرصه‌های فضای سبز در ساعات اولیه روز و شب: توصیه می‌شود آبیاری باغچه و فضای سبز در ساعات اولیه روز و یا در ساعات آخر شبانه‌روز انجام شود. آبیاری گیاهان در اول صبح بسیار بهتر از شب است، زیرا از رشد قارچ‌ها جلوگیری می‌کند. به طور کلی باید از آبیاری در ساعات گرم‌تر شبانه روز خودداری شود، چرا که عمده آبی که مصرف می‌شود، تبخیر شده و به هدر می‌رود.

برنامه‌ریزی مدون دوره آبیاری درختان: برای آبیاری باغچه‌ها و فضای سبز بایستی از آب دادن بیش از حد پرهیز شود، زیرا موجب از بین بردن سلامت گیاه، پوسیدگی ریشه‌ها و زرد شدن برگ‌های آنها می‌شود و فقط در زمانی که گیاه نیاز به آبیاری دارد، با انجام یک برنامه‌ریزی مدون این کار انجام شود. برای این کار، لازم است تا ابتدا از میزان نیاز آبی گیاهان کشت شده در حیاط یا محوطه فضای سبز آگاه شده و براساس شرایط آب و هوایی، برنامه منظمی برای آبیاری آنها تنظیم شود. در صورت بارندگی، باید متناسب با میزان بارش، آبیاری تا زمانی که خاک رطوبت مناسبی دارد، قطع شود. در بسیاری از مناطق و برای بسیاری از انواع درختان و گونه‌های مناسب فضای سبز، نیازی به آبیاری باغچه بیش از دو یا سه بار در هفته نیست.

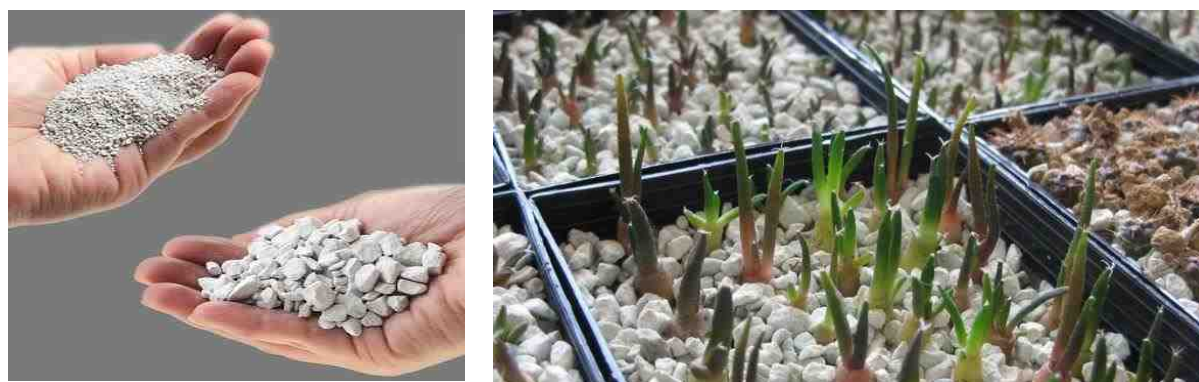
استفاده از مالچ گیاهی برای کاهش تبخیر آب آبیاری و نفوذ بهتر آب به محدوده ریشه گیاه: مالچ یک لایه غیر زنده است که خاک اطراف گیاه را می‌پوشاند و مانع تبخیر آب از سطح خاک می‌شود. مهم‌ترین موادی که در ایجاد مالچ کاربرد دارند عبارتند از تراشه‌های چوب، خاک اره، پوست درختان، فیبر چوبی، پوک‌های صدفی و سنگ‌های معدنی (شکل ۳۶). این مالچ‌ها با داشتن بافت نرم، رطوبت خاک را بهتر از مالچ‌های درشت بافت حفظ

می‌کنند و امکان نفوذ مواد غذایی و اکسیژن را آزادانه برای ریشه فراهم می‌سازند. در فصل پاییز، برگ‌های ریخته شده نیز می‌توانند نقش مالچ را ایفا کنند.



شکل ۳۶: برخی از انواع مالچ طبیعی و نحوه کاربرد آن

افزودن زئولیت به خاک با هدف افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک: کاربرد زئولیت باعث صرفه‌جویی در میزان مصرف آب می‌شود. با توجه به ساختار متخلخل زئولیت، این ماده معدنی قادر است مقداری از آب موجود در خاک را جذب کرده و آن را برای مدت طولانی درون شبکه ساختاری خود نگهداری کند (شکل ۳۷). آب جذب شده در ساختار زئولیت به تدریج آزاد شده و جذب گیاه می‌شود و باعث می‌شود هدررفت آب به دلیل تبخیر یا نفوذ عمقی آب کمتر شود. علاوه بر این، درصدی از کودهای ازته و پتاسیم‌دار پس از مصرف به دلیل محلول بودن بوسیله آب آبیاری به عمق پایین‌تر از ریشه گیاه نفوذ کرده و هدر می‌رود.



شکل ۳۷: افزودن زئولیت به خاک با هدف افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک

زنولیت بخش زیادی از ازت و پتاسیم کود را جذب کرده و درون ساختار شبکه‌ای خود به مدت طولانی نگهداری و به تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهد. این امر موجب صرفه‌جویی در مصرف کودهای شیمیایی شده و همچنین از آلودگی آب‌های زیرزمینی ناشی از مصرف کود شیمیایی جلوگیری می‌کند.

انجام عملیات زراعی جهت کاهش آب مصرفی از جمله مبارزه با علف هرز، هرس و... هرس عمیق‌تر چمن و پوشش سطحی جهت عمیق‌تر شدن ریشه‌های آن‌ها درون زمین و بالتبع مقاوم‌تر شدن آن‌ها در برابر شرایط سخت و خشک آب و هوایی مفید است. همچنین هرس درختان و درختچه‌ها به فرم مطلوب و حذف بخش‌های صدمه‌دیده و آسیب‌خورده در شرایط رویارویی با تنش خشکی و بکارگیری مقادیر بالاتر عنصر پتاسیم در جیره غذایی گیاه از طریق کوددهی سبب افزایش مقاومت در برابر خشکی می‌گردد و نیاز به آبیاری را کاهش می‌دهد. رشد علف هرز یکی از اصلی‌ترین مشکلات فضای سبز کم آب‌طلب است. بنابراین باید ترتیبی اتخاذ گردد تا از رشد علف‌های هرز جلوگیری شود. وجود علف‌های هرز باعث مصرف غیر مفید آب آبیاری نیز می‌شود.

- استفاده از شیوه‌های آبیاری مدرن و هوشمندسازی آبیاری: در شیوه‌های معمول آبیاری سطحی، مقداری زیادی آب روی سطح پخش می‌شود که معمولاً بسیار بیشتر از نیاز آبی گیاه است و همین امر باعث می‌شود، مقدار زیادی از آب یا تبخیر شود یا با نفوذ به لایه‌های عمقی خاک، از دسترس گیاه خارج شود. استفاده از روش‌های نوین آبیاری مثل آبیاری قطره‌ای و هوشمند سازی سیستم‌های آبیاری که بواسطه آن مدت زمان و میزان آبیاری براساس نیاز گیاهی، کنترل می‌شود، باعث کاهش چشمگیر مصرف آب می‌شود. آبیاری تحت فشار شامل روش‌های مختلف از جمله آبیاری بارانی و قطره‌ای می‌باشد (شکل ۳۸).



شکل ۳۸: آبیاری سطحی (راست)، بارانی (وسط)، قطره‌ای (چپ)

از مزایای آبیاری قطره‌ای می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- عدم تشکیل رواناب سطحی و جلوگیری از فرسایش خاک
- تنظیم میزان آب مورد نیاز براساس نوع گیاه و شرایط آب و هوایی.
- تهویه مناسب خاک و یکنواختی پخش آب در محیط ریشه گیاه

- جلوگیری از سله بستن و حفظ پوکی خاک
- قابل استفاده برای تمام گیاهان
- امکان انجام آبیاری همراه با کودپاشی و سمپاشی و پخش یکنواخت آن‌ها
- به حداقل رسیدن تبخیر سطحی در آبیاری قطره‌ای و جلوگیری از خارج شدن آب از محوطه ریشه
- کم شدن امکان رویش علف هرز به دلیل مرطوب شدن فقط بخشی از سطح خاک اطراف ریشه گیاه اصلی سیستم مدیریت هوشمند آبیاری فضای سبز با به کارگیری چند سنسور می‌تواند در مصرف آب صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای انجام دهد. این سیستم‌ها برای فضای سبز شهری مثل پارک‌ها و فضای سبز ادارات یا مجتمع‌های بزرگ قابل استفاده هستند. سنسورهای قابل استفاده در این سیستم‌ها به شرح زیر هستند:



- **سنسور باران:** این سنسور در زمانی که باران ببارد، آبیاری را قطع می‌کند.
- **سنسور باد:** این سنسور در مواقعی که باد بسیار شدید است، آبیاری را قطع می‌کند تا از پراکنده شدن آب و تبخیر بیش از حد جلوگیری شود.
- **سنسور میزان رطوبت خاک:** این سنسور در شرایطی که میزان رطوبت خاک بالا باشد، آبیاری را قطع می‌کند.
- **سنسور اندازه گیری دمای محیط:** این سنسور برای تنظیم آبیاری با توجه به شرایط دما مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- **سنسور نور خورشید یا تشخیص میزان نور موجود در محیط:** این سنسور کمک می‌کند تا در زمانی که آفتاب نباشد، آبیاری انجام شود.

تصفیه فاضلاب و بازچرخانی پساب و آب خاکستری جهت مصرف آبیاری فضای سبز: در صورت استفاده از این روش، آبیاری به صورت زیرسطحی انجام می‌شود، به نحوی که آب آبیاری در تماس با بدن قرار نگیرد. برای این منظور می‌توان از فاضلاب تصفیه شده یا آب خاکستری تصفیه شده برای آبیاری فضای سبز استفاده کرد. توضیحات بیشتر در این مورد در بخش ۱-۳ و ۲-۳ این راهنما ارائه شده است.

جداسازی انشعابات کاهش استفاده از آب شرب و بهداشتی برای آبیاری فضای سبز: آب لوله‌کشی برای مصرف شرب با صرف هزینه و انرژی بسیار زیادی تصفیه می‌شود. استفاده از این آب برای آبیاری گیاهان نه تنها باعث هدررفت منابع ارزشمند آب و انرژی می‌شود بلکه باعث افزایش آب بها نیز می‌شود. برای آبیاری فضای سبز باید تا حد امکان از آب غیرشرب استفاده کرد. نمونه‌هایی از بازچرخانی آب خاکستری برای آبیاری فضای سبز در

بخش ۳-۱-۱ مورد اشاره قرار گرفت. جمع‌آوری آب باران، آب حاصل از شستشوی میوه‌جات و سبزیجات و نظایر آن می‌تواند برای آبیاری فضای سبز استفاده شود. در فضای سبز شهری، در بسیاری از مناطق از آب چاه برای آبیاری استفاده می‌شود. نکته‌ای که باید در استفاده بی‌رویه از آب چاه برای آبیاری فضای سبز مورد توجه باشد، این است که در بسیاری از مناطق و شهرها، آب زیرزمینی از جمله منابع تامین کننده آب شرب نیز می‌باشد و بنابراین نباید با این تصور که منبع آب مورد استفاده، آب شرب شهری نیست، آن را مسرفانه برای آبیاری بیش از حد فضای سبز به هدر داد.

جمع‌آوری نزولات آسمانی برای آبیاری فضای سبز: در مورد استفاده از آب باران در بخش ۳-۱-۳ این راهنما



توضیح داده شد. آب حاصل از نزولات جوی می‌تواند به راحتی از پشت بام جمع‌آوری و در مخزن مناسبی ذخیره سازی شود. این مخازن ممکن است در روی سطح زمین یا زیرزمین تعبیه شوند و آب داخل آن‌ها در زمان مناسب برای آبیاری مورد استفاده قرار گیرد. تا حد امکان باید از نگهداشت باران روی سطوح نفوذناپذیر مثل آسفالت، بتن و جلوگیری شده و سعی شود تا آب باران برای استفاده بعدی ذخیره شود یا به داخل خاک نفوذ داده شود. نفوذ آب باران یا آب حاصل از ذوب برف به داخل خاک باعث تغذیه منابع آب زیرزمینی می‌شود.



در زمستان، بهتر است برف تا حد امکان روی خاک جمع شود تا آب حاصل از ذوب آن به داخل خاک نفوذ کرده و منابع آب زیرزمینی را تغذیه کند. استفاده از نمک برای ذوب کردن برف باعث شور شدن خاک و منابع آب زیرزمینی می‌شود و باید تا حد امکان از این کار اجتناب گردد.

- دفتر مدیریت مصرف و ارتقای بهره‌وری آب و آبفا، گروه مهندسی - اجتماعی آب‌انگاه، راهنمای مدیریت مصرف آب با نگاه ویژه به مصارف آب شرب شهری (ویژه بانوان)، شرکت آب و فاضلاب استان خراسان شمالی، ۱۳۹۸.
- سازمان ملی استاندارد ایران، مخازن آبشویه سرویس‌های بهداشتی (فلاش تانک) - تعیین معیار مصرف آب و دستورالعمل برچسب آب، استاندارد ملی ۲-۴-۲۰۹۴۲، ۱۳۹۵.
- سازمان ملی استاندارد ایران، ماشین‌های لباسشویی برقی خانگی - تعیین معیار مصرف آب و دستورالعمل برچسب آب، استاندارد ملی ۱۸۶۱۴، ۱۳۹۳.
- سازمان ملی استاندارد ایران، سردوش - تعیین معیار مصرف آب و دستورالعمل برچسب آب، استاندارد ملی ۲-۱-۲۰۹۴۲، ۱۳۹۵.
- سازمان ملی استاندارد ایران، شیرآلات بهداشتی - تعیین معیار مصرف آب و دستورالعمل برچسب آب، استاندارد ملی ۶-۲-۲۰۹۴۲، ۱۳۹۵.
- کارگروه ملی سازگاری با کم‌آبی، مجموعه تجارب سازگاری با کم‌آبی، رویداد ملی سازگاری با کم‌آبی، وزارت نیرو، ۵-۳-۱۳۹۸ تیر ماه.
- مهندسین مشاور راه‌دان سماء، گزارش نهایی طرح منابع آب جایگزین در ساختمان‌ها - بازیابی آب خاکستری و برداشت آب باران، شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان شرقی، ۱۳۹۷.
- وزارت راه و شهرسازی، مقررات ملی ساختمان - مبحث ۱۶ تاسیسات بهداشتی، معاونت مسکن و ساختمان، ویرایش سوم، ۱۳۹۱.
- وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری، گزارش اقدامات مدیریت سبز در دانشگاه‌ها، مراکز آموزش عالی، پژوهشی و پارک‌های علمی و فن‌آوری، ویرایش دوم، ۱۳۹۶.

تارنمای جامع مدیریت مصرف و بهره‌وری آب در ایران: <https://watercm.ir/>

تارنمای شرکت مدیریت منابع آب ایران: www.wrm.ir

تارنمای دفتر مدیریت مصرف و ارتقای بهره‌وری آب و آبفا وزارت نیرو: <http://wcm.moe.gov.ir/>

IPCC, ۲۰۱۴: Climate Change ۲۰۱۴: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, ۱۵۱ pp.