

(به نام خدا)

بازچرخانی آب: از فاضلاب تا آبیاری پایدار فضای سبز شهری و خانگی

مقدمه

در دهه‌های اخیر، افزایش جمعیت و تغییرات اقلیمی فشار مضاعفی بر منابع محدود آب شیرین وارد کرده است. بازچرخانی آب (Water Recycling) یا استفاده از پساب تصفیه شده، فرآیندی است که در آن فاضلاب به گونه‌ای تصفیه می‌شود که برای مصارف مشخصی همچون آبیاری فضای سبز شهری، حیاط مدارس و حتی مصارف صنعتی قابل استفاده مجدد باشد. این رویکرد به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران، به عنوان یک منبع آب پایدار جایگزین شناخته می‌شود.

فواید بازچرخانی آب در فضای سبز و خانه

استفاده از آب بازیافتی در محیط‌های شهری و خانگی مزایای متعددی دارد:

- **حفاظت از منابع آب شیرین:** با جایگزینی پساب در آبیاری پارک‌ها و زمین‌های گلف، منابع آب باکیفیت برای مصارف شرب ذخیره می‌شوند.
- **تأمین مواد مغذی برای گیاهان:** پساب‌ها حاوی مقادیر بالایی از نیتروژن، فسفر و پتاسیم هستند که به عنوان کود ارزان قیمت عمل کرده و به حاصلخیزی باغ‌ها و رشد گیاهان کمک می‌کنند.
- **کاهش هزینه‌ها:** تصفیه و بازچرخانی آب در محل مصرف، هزینه‌های انتقال آب و همچنین هزینه‌های عملیاتی مربوط به تخلیه فاضلاب را کاهش می‌دهد.

- **پایداری اکوسیستم شهری:** بازیافت آب باعث کاهش ورود آلودگی به محیط زیست شده و می تواند به بهبود زیبایی شناسی شهر و ایجاد تالاب های مصنوعی برای حیات وحش کمک کند .

مضرات و چالش های پیش رو

- با وجود مزایا، استفاده غیر اصولی از آب بازیافتی می تواند ریسک هایی به همراه داشته باشد:
- **مخاطرات بهداشتی (عوامل بیماری زا):** وجود باکتری ها، ویروس ها و تخم انگل های روده ای (مانند آسکاریس) در پسابی که به خوبی تصفیه نشده، می تواند سلامت شهروندان و کارگران در صنعت را تهدید کند .
- **تجمع فلزات سنگین:** موادی مانند سرب، کادمیوم و نیکل ممکن است در خاک تجمع یافته و از طریق گیاهان یا گرد و غبار وارد بدن انسان شوند .
- **مشکلات فنی:** وجود ذرات معلق و رشد بیولوژیکی (لجن و جلبک) در پساب می تواند منجر به گرفتگی نازل ها و قطره چکان ها در سیستم های آبیاری تحت فشار شود.
- **بو و مسائل روانشناختی:** عدم تصفیه کامل باعث ایجاد بوی نامطبوع شود؛ همچنین پذیرش عمومی برای استفاده از آبی که منشأ فاضلابی دارد، همچنان یک چالش فرهنگی است .

استانداردهای کیفی برای آبیاری

برای اطمینان از ایمنی، سازمان های ملی و بین المللی استانداردهای سختگیرانه ای وضع کرده اند:

۱. استانداردهای ایران (سازمان حفاظت محیط زیست)

طبق ضوابط ایران، پساب خروجی برای آبیاری فضای سبز و پارک ها باید معیارهای زیر را دارا باشد:

- شاخص‌های میکروبی: تعداد کل کلیفرم‌ها باید کمتر از ۱۰۰۰ در ۱۰۰ میلی‌لیتر باشد.
- تخم نماتود: در مواردی که احتمال تماس مستقیم انسان وجود دارد، تعداد تخم انگل باید کمتر یا مساوی یک عدد در لیتر باشد.
- پارامترهای فیزیکوشیمیایی: میزان pH باید بین ۶ تا ۸.۵، BOD۵ کمتر از ۱۰۰ و COD کمتر از ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر باشد.

۲. استانداردهای بین‌المللی (USEPA و WHO)

- آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA): برای آبیاری پارک‌ها و چشم‌اندازهای شهری، تصفیه ثانویه به همراه فیلتراسیون و ضدعفونی را الزامی می‌داند. در این استاندارد، کدورت آب (Turbidity) باید کمتر از ۲ واحد (NTU) و کلیفرم مدفوعی باید صفر باشد.
- سازمان بهداشت جهانی (WHO): بر اساس شاخص DALY (سال‌های عمر سپری شده با ناتوانی)، کاهش ۶ تا ۷ واحد لگاریتمی در تعداد عوامل بیماری‌زا را برای آبیاری نامحدود (مانند پارک‌ها) توصیه می‌کند.

ملاحظات اجرایی در خانه و شهر

- سیستم لوله‌کشی دوگانه: برای جلوگیری از اشتباه، لوله‌های حمل آب بازیافتی باید کاملاً از لوله‌های آب شرب جدا باشند. در بسیاری از کشورها این لوله‌ها با رنگ بنفش روشن (Lavender) مشخص می‌شوند.
- انتخاب روش آبیاری: آبیاری قطره‌ای (به ویژه زیرسطحی) به دلیل کاهش تماس مستقیم افراد با آب و عدم ایجاد آئروسول (ذرات معلق در هوا)، ایمن‌ترین روش برای استفاده از پساب در فضاهای عمومی و خانگی محسوب می‌شود.

نتیجه‌گیری

بازچرخانی آب راهکاری هوشمندانه برای مقابله با خشکسالی و توسعه فضای سبز پایدار است .
با این حال، موفقیت در این امر مستلزم بهره‌گیری از فناوری‌های نوین تصفیه، رعایت
استانداردهای بهداشتی و نظارت مستمر بر کیفیت آب و خاک است تا سلامت شهروندان فدای
کمبود منابع نگردد.

منابع:

ier.tums.ac.ir

kashanu.ac.ir

farab-zist.com

fa.wikipedia.org