



دکتر بهمن یارقلی

عضو هیئت علمی و محقق مروج ارشد سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کارشناس کیفیت آب مهندسين مشاور یکم و عضو کمیته تخصصی بازیافت آب، انجمن آب و فاضلاب ایران

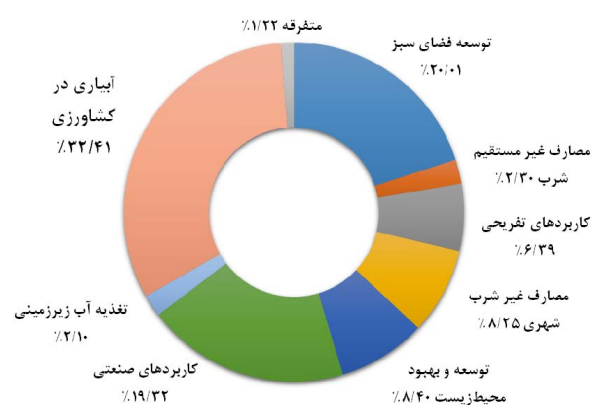
### \* نظر کلی شما نسبت به استفاده از بازچرخانی پساب تصفیه خانه های فاضلاب چیست؟

- طی چند دهه گذشته مصرف آب کشور به علت رشد جمعیت، توسعه کشاورزی و پیشرفت صنعت افزایش داشته و همزمانی آن با دوره های خشک سالی، کشور را با بحران آب مواجه ساخته است. در حال حاضر بسیاری از رودخانه ها خشک و اکثر دشت های کشور بحرانی و دچار بیلان منفی پیش رونده هستند. بررسی ها نشان می دهد که شاخص سرانه منابع آب تجدید پذیر کشور در دهه های اخیر از روندی کاهشی برخوردار بوده، به طوری که مقدار آن از ۵۵۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۴۰ به کمتر از ۱۲۰۰ مترمکعب در حال حاضر تنزل یافته است. این در حالی است که منابع آب غیرمتعارف کشور که از حجم قابل توجهی برخوردارند به دلیل دارا بودن مشکلات کیفی با درجات مختلف، در برنامه های توسعه و بهره برداری منابع آب کشور گنجانده نشده اند. در صورتی که مشکلات آن ها با انجام روش های مختلف تصفیه و یا اتخاذ روش های مدیریتی کاربردی و رعایت الزامات زیست محیطی تا حد زیادی قابل اصلاح و اغماض هستند. در این خصوص به ویژه پساب های حاصل از تصفیه خانه های فاضلاب خانگی، با توجه به توسعه سامانه های جمع آوری و تصفیه و فراهم نمودن حجم قابل توجهی پساب با کیفیت نسبتا مناسب (بالغ بر یک میلیارد مترمکعب در سال) یکی از گزینه های مهم تامین کمبود آب کشور محسوب می شوند. اعتقاد بر این است که در شرایط حاضر برنامه ریزی و عملیاتی نمودن برنامه های بازچرخانی، با لحاظ کردن الزامات بهداشتی و زیست محیطی

امری ضروری و اجتناب ناپذیر بوده و بهره برداری از این منابع می تواند به عنوان یکی از گزینه های مهم در جهت جبران کمبود آب در مصارف مختلف کشور مدنظر مدیران و برنامه ریزان کلان آب کشور باشد. نکته بسیار مهم در این خصوص توجه به اثرات ناشی از بقایای سموم، هورمون ها، داروهای شیمیایی و سایر ترکیبات نوظهور است که بعضا ناشناخته هستند.

### \* به نظر شما، اولویتهای استفاده از آب بازچرخانی شده چیست؟

- به نظر بنده اشتباه بزرگ در بازچرخانی آب این است که به آب بازچرخانی شده به عنوان یک منبع جدید نگاه شده و بر این اساس مصارف جدیدی برای آن تعریف شود. این نگرش ویرانگر بوده و موجب ناپایداری و تشدید بحران آب کشور خواهد شد. واقعیت این است که پساب و فاضلاب نیز جزئی از چرخه آب تجدید پذیر کشور بوده و جدای از مباحث و محدودیت های کیفی در برنامه مصارف باید مشابه آب متعارف مورد توجه قرار گیرد. در کنار هر برنامه بازچرخانی، توجه به بیلان منفی آبخوان ها و کمک به تامین حبابه های زیست محیطی باید مدنظر باشد. بررسی تجارب جهانی نشان می دهد که مصارف آب بازچرخانی شده در سطح دنیا به شرح ذیل است:



ولی با توجه شرایط بحرانی آب کشور و بیلان منفی آبخوان ها به نظر من اولویت مصارف در کشور باید به شرح زیر باشد:

**اولویت اول:** استفاده از این منبع برای جبران بیلان منفی آبخوان ها است. برای این منظور ضمن رعایت الزامات بهداشتی و زیست محیطی تغذیه مصنوعی باروش های مناسب توصیه می شود.

**اولویت دوم:** مصارف صنعت. البته این مصرف نباید به صورت تعریف مصارف صنعتی جدید باشد، بلکه باید به عنوان جایگزین مصارف قبلی و یا به صورت جابجایی تخصیص باشد. بدین صورت که صنعتی که تخصیص از آب رودخانه یا زیرزمینی داشته، پساب تصفیه شده را جایگزین منبع قبلی کند و برداشت از منبع قبلی را متوقف سازد.

**اولویت سوم:** مصارف کشاورزی می تواند به عنوان اولویت سوم و البته یکی از مهم ترین، حساس ترین و پرچالش ترین عرصه های مصرفی این منابع محسوب شود. در این مصارف رعایت الگوی کشت، انتخاب روش آبیاری مناسب و همچنین رعایت کلیه الزامات بهداشتی و زیست محیطی و اجتماعی الزامی بوده و رعایت این الزامات درجه سلامت و پایداری برنامه را تضمین خواهد نمود. در مصارف کشاورزی اولویت به ترتیب زیر توصیه می شود:

- استفاده برای آبیاری درختان جنگلی و غیر مثمر؛
- استفاده برای آبیاری مراتع؛
- استفاده برای آبیاری محصولات صنعتی؛
- استفاده برای محصولاتی که مورد استفاده دام قرار می گیرند؛
- استفاده برای محصولاتی که مستقیماً مورد استفاده انسان قرار نمی گیرند؛
- استفاده در آبیاری درختان میوه؛
- آبیاری محصولات خوراکی پخته و یا فرآوری شده؛
- عدم استفاده در محصولات سبزی و صیفی و محصولاتی که به صورت خام مصرف می شوند؛
- استفاده از پساب در تغذیه آبخوان هایی که توان خود پالائی داشته و آب استحصال شده از آنها مورد استفاده شرب قرار نمی گیرد؛
- توصیه می شود که پس از هر فصل آبیاری با پساب، زمین با بارندگی یا آبیاری معمولی شستشو شود؛
- استفاده از پساب برای فضای سبز داخل شهرها و به خصوص چمن و مناطقی که در معرض رفت و آمد کودکان قرار می گیرد با حساسیت های ویژه و استانداردهای سختگیرانه ای همراه است.

**\* به نظر شما استفاده از آب بازچرخانی شده در مقایسه با سایر استراتژی های مدیریت تقاضا، تا چه حد می تواند ابزار مناسبی برای مقابله با تنش آبی و سازگاری با کم آبی باشد؟**

- با توجه به بحران آب کشور، یکی از اهداف بلندمدت مدیریت راهبردی، برقراری تعادل بین تقاضا و منابع آب موجود با کمترین هزینه و حداقل زمان ممکن است. برای نیل به این اهداف برنامه های کلانی به شرح ذیل مدنظر است:
- راهبردهای صرفه جویی در مصارف آب؛
- توسعه روش های مدیریت کارآمد جدید؛
- افزایش بهره وری آب؛
- شیرین سازی آب های شور؛
- استفاده از منابع آب غیرمتعارف.

همان گونه که ملاحظه می شود، نقش و سهم بازچرخانی آب در مدیریت بحران آب و سازگاری با کم آبی، به عنوان یکی از برنامه های کلان مهم و موثر است، به ویژه این که آب بازچرخانی منبعی مستمر، مطمئن و قابل اطمینان بوده و قابل برنامه ریزی است. ولی با توجه به سهم کم آن در مقایسه با مصارف کشاورزی، از نقش کم رنگ تری در مقایسه با استراتژی های مدیریت تقاضا برخوردار است. مدیریت تقاضا به ویژه در مصارف کشاورزی و حتی شرب (مدیریت مصرف و کاهش هدررفت در شبکه آبرسانی شهری) و صنعت از اثر بیشتری برخوردار است. به عبارت دیگر تنها چند درصد کاهش مصرف آب در کشاورزی و یا افزایش راندمان و بهره وری آب در این مصارف می تواند چندین برابر آب بازچرخانی از فاضلاب برای مقابله با تنش آبی و سازگاری با کم آبی موثرتر باشد.

**\* نظر شما در ارتباط با پذیرش اجتماعی چنین طرح هایی در حوزه های مختلف از جمله استفاده در ساختمان ها (حوزه شهری)، صنعت و کشاورزی چیست؟**

- آنچه مسلم است آموزش و فرهنگ سازی در خصوص بازچرخانی به جای منابع آب متعارف و بهره برداری صحیح از پتانسیل قابل توجه این منابع، یکی از ضروری ترین، اساسی ترین و پیچیده ترین فعالیت ها در زنجیره و ساختار بازچرخانی پساب در مصارف مختلف، به ویژه حوزه شهری و کشاورزی محسوب می شود. شاید به جرات بتوان گفت با توجه به اعتقادات مذهبی، اجتماعی و فرهنگی کشور، بدون آموزش، ترویج و فرهنگ سازی، پذیرش، مشارکت و عملی نمودن این برنامه ها نزد مصرف کنندگان مقدور نبوده و نیز دستیابی به اثربخشی مطلوب آنها با کمترین اثرات زیست محیطی و اجتماعی تقریباً غیرممکن خواهد بود.

در امر آب بازچرخانی طیف گسترده‌ای از قشرهای مردمی و دولتی باید آموزش داده شوند که در این میان با عنایت به ضرورت اشاعه آن در بخش‌های تولید و مصرف، تصور بر آن است که سیاست‌مداران، سیاست‌گزاران، برنامه‌ریزان بخش آب، کشاورزی، صنعت، محیط‌زیست و بالاخره مصرف‌کنندگان این منابع باید مدنظر قرار گیرند. در مراجع قانونگذاری باید پشتوانه قانونی و مالی برای اجرای طرح‌ها (از جمله آموزش و آگاهی‌رسانی) تصویب شود و به‌دنبال آن عوامل اجرایی (دولت در سطوح مختلف) گام‌های عملی تحقق استفاده از این منابع را تدوین و عملیاتی نمایند. نهایتاً گروه‌های مصرف‌کننده باید با استقبال از برنامه‌های دولتی نسبت به تغییر شرایط حاکم در جهت جایگزینی این منابع با منابع متعارف اقدام نمایند.

در کشور ما به‌لحاظ جاری بودن معیارهای شرعی در کاربرد این منابع (در اسلام از فاضلاب انسانی به‌عنوان نجاست یاد می‌شود) آگاهی‌رسانی در سطوح علما و روحانیون از نقطه‌نظر حذف آلودگی‌ها و نجاست به‌دنبال تصفیه فاضلاب ضروری بوده و باید مورد تأکید قرار گیرد.

#### \* ملاحظات فنی استفاده از آب بازچرخانی شده و نیز مخاطرات آن را در چه مواردی می‌بینید؟

- این سوال دو بخش دارد که در بخش اول آن ملاحظات فنی استفاده از آب بازچرخانی شده بوده و بخش دوم شامل مخاطرات بازچرخانی غیراصولی است، که این دو بخش به‌ترتیب در دو قسمت الف و ب بیان می‌شود:

#### الف- ملاحظات فنی استفاده از آب بازچرخانی شده:

ملاحظات فنی استفاده از آب بازچرخانی را می‌توان به سه مرحله به‌شرح ذیل تقسیم نمود:

#### \* مرحله اول: انتخاب و طراحی فرآیند مناسب تصفیه‌خانه فاضلاب

متاسفانه مشاوران و پیمانکاران تخصصی آب و فاضلاب کشور هنوز علاقه‌مند و محدود به روش‌های تصفیه گذشته هستند و به‌دلیل ریسک‌های احتمالی، کمتر سراغ فناوری‌های جدید می‌روند. به‌نظر من توجه به شرایط جغرافیایی، محیطی، اقلیمی، اجتماعی و اقتصادی و همچنین نوع کاربری پساب حاصل می‌تواند به‌عنوان فاکتورهای اصلی در انتخاب فرآیند تصفیه مدنظر بوده و مشاوران باید با افزایش دانش فنی و همچنین

ترغیب از طرف کارفرمایان گرایش به فناوری‌های جدید داشته باشند. در این خصوص توجه به مصارف اصلی پساب تولیدی، فاکتوری مهم در انتخاب فرآیند تصفیه محسوب می‌شود.

\* **مرحله دوم:** مرحله بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌ها اگر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب اصولی و درست بهره‌برداری و نگهداری نشوند، حتی در صورت انتخاب و طراحی درست فرآیند، قطعاً نخواهند توانست اهداف موردنظر را برآورده سازند. بررسی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب درحال بهره‌برداری در سطح کشور نشان می‌دهد که متاسفانه در مواردی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به‌دلیل ضعف در بهره‌برداری (کمبود نیروی متخصص، بهره‌برداری بیش از حد ظرفیت، عدم پایش و نبود تجهیزات آزمایشگاهی مناسب، ضدعفونی غیر اصولی و ...)، فاقد کارایی و عملکرد موردنظر هستند. این موضوع در نهایت منجر به تولید پسابی با کیفیت نامناسب و دارای محدودیت برای بازچرخانی می‌شود.

\* **مرحله سوم:** مدیریت استفاده از آب بازچرخانی شده مرحله سوم با عنوان مدیریت استفاده از آب بازچرخانی شده، از خروجی پساب از تصفیه‌خانه شروع و شامل مراحل مختلف استفاده و تولید محصول، به شرح ذیل می‌شود که توجه و رعایت آن باعث مدیریت بهینه این چرخه و تولید محصول سالم، حفظ محیط زیست و توسعه پایدار خواهد شد.

- ضرورت توجه کافی به استانداردها، قوانین و ضوابط زیست‌محیطی و بهداشتی و همچنین مسائل اجتماعی و فرهنگی و حقوقی در استفاده مجدد از پساب‌ها؛

- ضرورت اجرای دقیق نظامنامه پایش (تصفیه‌خانه، آب و خاک، محصول تولیدی و سلامت کارگران) و مشارکت دادن ذی‌نفعان و ذی‌ربطان در چرخه تولید و بازچرخانی پساب و توجه به آلاینده‌های نوظهور؛

- ضرورت برنامه‌ریزی، هدف‌گذاری مناسب و ایجاد ارتباط سیستماتیک بین سازمان‌ها، وزارت‌خانه‌ها، بخش‌ها و نهادها (درون‌سازمانی و برون‌سازمانی) درخصوص بازچرخانی و اجرای قوانین و مقررات مربوطه؛

- ضرورت آموزش و آگاهی‌رسانی عمومی در گروه‌های مختلف؛  
- انتخاب الگوی کشت مناسب و متناسب با محدودیت‌های کیفی پساب، همچنین انتخاب روش آبیاری مناسب، توام با پایش بهداشتی و زیست‌محیطی.

## ب- مخاطرات بازچرخانی غیراصولی فاضلاب:

همان‌طور که بیان شد با افزایش نیاز آبی در مصارف مختلف، به‌ویژه در بخش کشاورزی، تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب‌ها برای جبران بخشی از این نیازها، به‌عنوان یکی از گزینه‌های مهم موردتوجه برنامه‌ریزان کلان آب کشور است. در این راستا با توجه به ترکیب و ماهیت پساب‌ها، اثرات سوء بهداشتی و زیست‌محیطی احتمالی استفاده غیراصولی از آن‌ها، اثرات و مخاطرات بهداشتی و زیست‌محیطی مختلفی را می‌تواند در پی داشته باشد. از مخاطرات مهم بازچرخانی غیراصولی فاضلاب‌ها می‌توان به آلوده‌سازی منابع آب و خاک، انتقال آلاینده‌های مختلف، به‌ویژه فلزات سنگین و ارگانیک‌های بیماری‌زای به گونه‌های زراعی و تولید محصولات آلوده اشاره نمود.

## \* تأثیرات اجتماعی، فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی چنین طرحی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

- بررسی‌ها نشان می‌دهد که عموماً در حال حاضر، استفاده مناسب و سالمی از پساب خروجی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب صورت نمی‌گیرد و عمدتاً پساب تولیدی در محیط‌زیست رها شده و موجبات آلودگی منابع آب و خاک می‌شود و یا بدون رعایت ملاحظات بهداشتی و زیست‌محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد که علاوه بر آلودگی آب و خاک باعث تولیدی محصولات آلوده شده می‌تواند مخاطرات بهداشتی برای مصرف‌کنندگان این محصولات در پی داشته باشد. در صورتی که اجرای اصولی برنامه بازچرخانی آب با لحاظ کردن الزامات و ملاحظات قانونی، بهداشتی، زیست‌محیطی و اجتماعی از اثرات سودمندی اجتماعی و زیست‌محیطی برخوردار بوده و ضمن کمک به حل بحران آب کشور، می‌تواند باعث ایجاد اشتغال، بهبود شاخص‌های اقتصادی و افزایش سطح رفاه عمومی و سلامت و پایداری محیط‌زیست شود.

## \* در صورت استفاده از آب بازچرخانی شده در مصارف کشاورزی، ساز و کار مناسب نحوه آبیاری برای کاهش مخاطرات احتمالی چیست؟ هم‌چنین کیفیت آب بازچرخانی مورد استفاده در این بخش، باید چه حداقل‌هایی را داشته باشد؟

- در شرایط استفاده از منابع آبی متعارف، شاخص‌های موردنظر برای انتخاب روش آبیاری شامل کمیت و کیفیت آب موردنظر،

اقلیم منطقه، مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک، الگوی کشت موردنظر، هزینه سیستم آبیاری، شیب زمین و توانایی بهره‌بردار در روش آبیاری موردنظر است. در صورتی که در استفاده از آب بازچرخانی شده علاوه بر شاخص‌های فوق، کیفیت پساب، نوع محصول، میزان تماس بخش‌های مختلف محصول با پساب، سلامتی کارگران مزرعه، حفاظت از محیط‌زیست، اثرات و خطرات ناشی از آلاینده‌های موجود در پساب نیز باید مورد توجه باشد. در این خصوص روشی اولویت دارد که حداقل تماس بین پساب با محصول تولیدی و کارگران شاغل در مزرعه را داشته باشد. براین اساس به‌ترتیب اولویت روش‌های آبیاری پیشنهادی در استفاده از این منابع در کشاورزی به شرح ذیل پیشنهاد می‌شود:

- **روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی:** این روش در مقایسه با روش قطره‌ای سطحی آلودگی‌های بیولوژیکی کمتری را وارد محیط خاک سطحی نموده و در نتیجه نگرانی‌های ناشی از تماس مستقیم محصول و کارگران با خاک سطحی را کاهش می‌دهد؛

- **روش آبیاری قطره‌ای:** این روش بخش عمده‌ای از مشکلات بهداشتی ناشی از کاربرد پساب را مرتفع می‌نماید؛  
- **روش آبیاری بارانی:** در این روش حرکت پاتوژن‌ها با باد، سوزش برگ‌ها، رسوب املاح در لوله‌ها، آلودگی اندام هوایی، اثر بر ساکنین زمین‌های مجاور و... قابل مشاهده بوده و به‌همین دلیل توصیه نمی‌شود؛

- **روش‌های آبیاری سطحی:** طی این روش، به‌ویژه روش غرقابی به‌واسطه تماس محصول با پساب و همچنین نفوذ عمقی زیاد، امکان آلودگی محصول و منابع آب زیرزمینی وجود دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که طی آبیاری سطحی با پساب، ۲۴ درصد از ازت کل موجود در پساب، آب‌شویی و از دسترس گیاه خارج شده و ۴۷ درصد آلودگی میکروبی در محصول مشاهده می‌شود. به‌طور عمومی کیفیت آب بازچرخانی مورد استفاده در این بخش باید مطابق با استانداردهای ملی و بین‌المللی بوده و فاقد محدودیت‌های ناشی از فلزات سنگین، میکروبی (باکتری، ویروس، تخم انگل و تک‌یاخته‌ها)، ترکیبات سمی و یون‌های ویژه بوده و فاقد محدودیت شوری باشد. به‌صورت تخصصی‌تر با توجه به گونه زراعی موردنظر، روش آبیاری و شرایط محیطی استانداردهای تخصصی‌تری باید مدنظر باشد. هم‌چنین در مصارف کشاورزی این منابع غلظت نیترات با توجه به تحرک پذیری بالای

آن و پتانسیل آلاینده‌گی منابع آب زیرزمینی حائز اهمیت است.

### \* جایگاه پایش زیست‌محیطی و بهداشتی در طرح‌های بازچرخانی آب چگونه است و اجزای این پایش چیست؟

پایش بهداشتی و محیط‌زیستی از ضروری‌ترین ارکان پروژه‌های بازچرخانی در مصارف مختلف، به‌ویژه کشاورزی است. بدون طراحی و اجرای برنامه ارزیابی و پایش مستمر و موثر علاوه بر امکان عدم استمرار سودمندی و تاثیر پروژه، بلکه امکان بروز اثرات سوء بهداشتی و زیست‌محیطی قابل توجهی نیز وجود دارد. برنامه پایش زیست‌محیطی شامل بررسی کارایی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در بهبود کیفیت پساب، کمیت پساب تولیدی، بررسی کیفیت پساب و آب‌های برگشتی مصرفی و تطبیق آن با استاندارد موردنظر، خط انتقال آب تا محل مصرف، کمیت و کیفیت محصولات تولیدی و سایر فعالیت‌های موجود طرح برای دستیابی به اهداف پروژه است. به‌طور کلی اهداف پایش طرح به شرح ذیل است:

- ارزیابی اجزای پروژه برای دستیابی به عملکردی مطلوب؛
- اصلاح اجزا و بخش‌های مختلف سامانه برای کاهش اثرات سوء احتمالی بهداشتی و زیست‌محیطی؛
- کنترل اثربخشی برنامه‌ها و اقدامات پیشنهادی برای حذف و یا تقلیل اثرات و پیامدهای بهداشتی و زیست‌محیطی؛
- تغییر اجزای سامانه در جهت افزایش راندمان و عملکرد و استفاده پایدار از این منابع.

به‌طور کلی در یک طرح جامع و مهندسی استفاده مجدد از پساب، با فرض تصفیه فاضلاب تا حد دستیابی به معیارهای کیفی توصیه شده، برنامه پایش عملیات، بیش‌تر بر مراحل تصفیه متمرکز می‌شود، ولی با توجه به اشکالات احتمالی در مراحل تصفیه یا کاستی‌های احتمالی در مدیریت، بررسی و مراقبت منظم و مداوم از مراحل تصفیه و اجزای طرح شامل خاک، محصولات کشت شده، منابع آب سطحی و زیرزمینی محدوده طرح و سلامت کارگران شاغل ضروری به‌نظر می‌رسد. لازم به ذکر است پایش کیفی مراحل تصفیه فاضلاب در تصفیه‌خانه‌ها از وظایف شرکت آب و فاضلاب بوده ولی اطلاع از نتایج مربوطه برای ارگان‌های ذیربط به‌ویژه شرکت‌های آب منطقه‌ای ضروری است. اجزای پایش در یک برنامه جامع پایش به‌شرح ذیل است:

- پایش مراحل مختلف تصفیه فاضلاب و ...؛

- پایش خط انتقال؛

- پایش کیفی پساب دریافتی و اندازه‌گیری حجمی مقدار پساب مصرفی؛

- پایش کیفی خاک مزارع؛

- پایش بهداشتی محصولات؛

- برنامه کنترل و پایش بهداشتی کارگران و دیگر کارکنان مربوطه؛

- پایش منابع آب سطحی؛

- برنامه پایش منابع آب زیرزمینی؛

- برنامه پایش سلامتی و بهداشت محصولات تولیدی.

### \* منابع و مصارف اصلی در روند بازچرخانی آب چیست؟

فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی مهم‌ترین منابع موردنظر در بازچرخانی بوده که هر یک از گروه‌های فوق‌الذکر کیفیت، اختصاصات و اثرات بهداشتی و زیست‌محیطی خاص خود را داشته و به‌منظور استفاده مجدد به تکنیک‌های خاص برای پالایش نیازمند هستند. مشخصه اصلی فاضلاب‌های انسانی BOD و COD بالا، عناصر مغذی و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا (باکتریایی و انگلی) است. این فاضلاب‌ها در صورت عدم نفوذ فاضلاب‌های صنعتی، فاقد فلزات سنگین در حد خطرناک هستند، لذا از این‌نظر جای نگرانی نیست. این منابع در صورت راهبری درست تصفیه‌خانه از حداقل نوسانات کیفی برخوردار خواهند بود. در زه‌آب‌های کشاورزی وابسته به کیفیت آب مصرفی، نوع و راندمان سامانه آبیاری، نوع سامانه زهکشی، میزان مصرف نهاده‌های کشاورزی، نوع و ویژگی‌های خاک و هم‌چنین شرایط اقلیمی منطقه است. مشخصه اصلی زه‌آب‌های کشاورزی دارا بودن EC بالا، وجود عناصر مغذی فسفر و نیتروژن (P و N) در غلظتی قابل توجه و هم‌چنین حضور بقایای سموم و آفت‌کش‌ها و در درجه‌های کم‌تر عوامل میکروبی است. مهم‌ترین عامل محدودیت‌زا در استفاده مجدد از این منبع در کشاورزی میزان بالای املاح بوده و از جنبه‌های زیست‌محیطی عناصر مغذی، بقایای سموم و آفت‌کش‌ها از اهمیت بیش‌تری برخوردارند. بیش‌ترین تفاوت کیفی در داخل گروه‌های سه‌گانه مربوط به فاضلاب‌های صنعتی است. این گروه دارای دامنه تغییرات کیفی وسیعی هستند. مشخصه فاضلاب صنایع غذایی، مواد آلی و عناصر مغذی بالا، صنایع فلزی ترکیبات فلزی، به‌ویژه فلزات سنگین زیاد و مشخصه فاضلاب صنایع دارویی دارا بودن

ترکیبات شیمیایی و آلی قابل توجه است. با توجه به تنوع و دامنه وسیع تغییرات کیفی پساب‌های صنعتی، از مهم‌ترین شاخص‌های کیفی محدودیت‌ها در مصارف مجدد، می‌توان به حضور ترکیبات شیمیایی و سمی، فلزات سنگین، مواد آلی، pH نامناسب و دما و رنگ اشاره نمود. در استفاده از این منابع توجه به غلظت فلزات سنگین و همچنین ترکیبات شیمیایی از اهمیت بیشتری برخوردار است. به‌طور کلی استفاده از این منابع نیاز به ملاحظات کیفی و زیست‌محیطی شدیدتری در مقایسه با زه‌آب‌های کشاورزی و همچنین پساب‌های خانگی دارد. آب بازچرخانی شده در مصارف مختلفی به‌شرح ذیل کاربرد داشته و تعیین محدودیت‌های کیفی مربوطه، یکی از ابعاد با اهمیت در برنامه‌ریزی بهره‌برداری از این منابع محسوب می‌شود.

- استفاده در کشاورزی؛

- استفاده در مصارف شهری؛

- استفاده در تغذیه آب‌های زیرزمینی؛

- استفاده در آبیاری فضای سبز؛

- استفاده در مقاصد تفریحی؛

- استفاده در مصارف شرب غیرمستقیم؛

- استفاده در مصارف صنعتی؛

- استفاده در مصارف شیلات؛

- استفاده بعنوان حبابه زیست‌محیطی.

### \* مشکلات، موانع و چالش‌های مهم و اصلی در بازچرخانی آب در کشور چیست؟

- چالش‌ها و عدم قطعیت‌های موجود در بازچرخانی آب شامل اجزا و بخش‌های مختلفی است که از نقطه مصرف آب شروع و تا نقطه مصرف نهایی پساب و تولید محصول را شامل می‌شود.

#### الف- مصرف آب:

مصرف آب نقطه شروع این چرخه بزرگ بوده و از اهمیت زیادی در فرآیند تولید و استفاده مجدد از فاضلاب برخوردار است. چالش‌های موجود در این بخش شامل موارد زیر است:

مصرف زیاد آب؛

نوسانات شدید کمی و کیفی آب و فاضلاب تولیدی در طول سال. شستشوی فرش، لوازم منازل و ... در اواخر سال و ورود پیک آب و همچنین غلظت بالای شوینده‌ها به شبکه

جمع‌آوری و به‌تبع آن تصفیه‌خانه فاضلاب؛

عدم تفکیک مناسب و کامل بین مصارف شرب و صنعت؛

✓ عدم توجه به کیفیت آب برای مصارف مختلف و استفاده

از آب شرب و تصفیه شده برای مصارف عمومی و غیرضروری

همچون شستشوی ماشین، وسائل و اساس خانه و ... ؛

✓ استفاده از آب شرب تصفیه شده برای آبیاری باغچه، فضای

سبز و ...

### ب- جمع‌آوری و انتقال فاضلاب به تصفیه‌خانه

سیستم جمع‌آوری و انتقال فاضلاب به تصفیه‌خانه، بزرگترین

و یکی از با اهمیت‌ترین اجزای چرخه استفاده از پساب

محسوب می‌شود. نوع سیستم و شبکه جمع‌آوری فاضلاب تاثیر

قابل توجهی بر میزان و کیفیت فاضلاب انتقالی به تصفیه‌خانه

داشته و رعایت اصول طراحی، اجرا و بهره‌برداری از این

تاسیسات حائز اهمیت است. چالش‌های موجود در این بخش

به‌شرح ذیل قابل ارائه است:

✓ مبانی بعضاً نادرست طراحی، اجرا و بهره‌برداری از شبکه

جمع‌آوری و انتقال فاضلاب؛

✓ عدم لحاظ کردن اصولی و درست بار ورودی ناشی از

فضولات دام‌ها، به‌ویژه در نقاط کوهستانی و غربی کشور؛

✓ استفاده از روش‌های مرسوم و متعارف در طراحی و اجرای

خطوط جمع‌آوری فاضلاب و عدم توجه کافی به شرایط

جغرافیائی و طبیعی و اقلیمی منطقه. به‌عنوان مثال اجرای

شبکه جمع‌آوری مشابه در استان‌های بوشهر، کردستان، یزد

و شهرهای شمالی؛

✓ عدم توجه کافی به سطح ایستابی و نفوذ آب‌های زیرزمینی به

شبکه جمع‌آوری فاضلاب و در نتیجه شورش فاضلاب انتقالی

به تصفیه‌خانه و اختلال در فرآیندهای تصفیه بیولوژیکی

فاضلاب (به‌طور نمونه در استان‌های جنوبی)؛

✓ عدم توجه کافی به شرایط اقلیمی منطقه و لحاظ کردن آن

در مبانی طراحی. به‌عنوان نمونه خروج فاضلاب از منهول‌های

شهر اهواز در فصول و مواقع بارانی و جاری شدن آن در سطح

معاير و ...؛

✓ عدم تفکیک فاضلاب‌های خانگی با سایر منابع، به‌ویژه ورود

فاضلاب‌های صنعتی با آلاینده‌های مختلف به شبکه فاضلاب؛

✓ شوک ناشی از تخلیه غیرمجاز فاضلاب‌های صنعتی به

شبکه جمع‌آوری فاضلاب‌های خانگی و ایجاد شوک ناشی از

بار مواد سمی و...؛

✓ برداشت فاضلاب خام انتقالی به تصفیه‌خانه از خط اصلی انتقال به‌منظور مصارف زراعی. برداشت و مصرف فاضلاب خام در کشاورزی در مسیر انتقال فاضلاب از طریق مسدود کردن خط انتقال با ریختن سنگ و یا انداختن گونی پر از خاک در داخل منهول‌ها و...؛

✓ آلاینده‌گی ناشی از فاضلاب آزمایشگاه‌ها (شیمیایی و طبی و ...) بیمارستان‌ها و موسسات تحقیقاتی.

### ج- طراحی و اجرای تصفیه‌خانه فاضلاب

طراحی و اجرای تصفیه‌خانه فاضلاب مهم‌ترین عنصر در بازچرخانی آب محسوب می‌شود. کیفیت پساب خروجی وابسته به فرآیند تصفیه و راندمان و کارایی واحدهای مختلف تصفیه‌خانه دارد. انتخاب فرآیند مناسب و طراحی اصولی و مناسب بخش‌های مختلف تصفیه‌خانه و راهبری مناسب آن تضمین‌کننده کیفیت مناسب پساب خروجی و کاهش بخش مهمی از دغدغه‌ها و چالش‌های فراروی استفاده از پساب‌ها در کشاورزی است. مهم‌ترین چالش‌ها و نگرانی‌های موجود در این بخش به اختصار به شرح ذیل است:

✓ عدم انتخاب فرآیند مناسب و مبانی بعضاً نادرست طراحی و اجرای تصفیه‌خانه فاضلاب

✓ عدم توجه به شرایط اقلیمی و محیطی در انتخاب روش تصفیه فاضلاب

✓ عدم توجه به مقوله استفاده مجدد از فاضلاب در مکان‌یابی تصفیه‌خانه

✓ ساخت یک تصفیه‌خانه برای پوشش کل فاضلاب شهر و افزایش هزینه اجرا، کاهش امنیت و ایجاد مشکل در انتقال پساب تولیدی برای مصارف مجدد و...؛

✓ الگو برداری صرف از روش‌ها و معیارهای طراحی تصفیه‌خانه رایج در دنیا. عدم توجه به خصوصیات فرهنگی، اجتماعی و بعضاً اقتصادی و...؛

✓ استفاده از فناوری‌های غیرسازگار با محیط و منطقه

✓ عدم توجه به اولویت‌بندی و توجیه فنی و منطقی برای ساخت تصفیه‌خانه برای شهرها.

✓ تصمیم‌گیری‌های سیاسی، رقابت و ...

✓ آیا در همه شهرهای کشور ساخت تصفیه‌خانه ضرورت دارد؟

✓ آیا ضرورت دارد که تمام سطح شهر تحت پوشش شبکه

جمع‌آوری فاضلاب قرارگیرد؟

### د- راهبری تصفیه‌خانه

نحوه راهبری و مدیریت تصفیه‌خانه، هم‌وزن انتخاب فرآیند و طراحی و اجرای تصفیه‌خانه فاضلاب ارزشمند و حائز اهمیت است. بدون راهبری و مدیریت درست تصفیه‌خانه، علی‌رغم انتخاب فرآیند و طراحی و اجرای صحیح آن حصول هدف اصلی که دستیابی به استاندارد کیفی موردنظر در پساب تولیدی است، غیرممکن خواهد بود. چالش‌ها و عدم قطعیت‌های موجود در این بخش به اختصار به شرح ذیل است:

✓ نبود پرسنل متخصص و کارآمد برای راهبری و مدیریت تصفیه‌خانه‌ها به‌ویژه در اغلب شهرهای کوچک؛

✓ عدم ضدعفونی اصولی و مناسب پساب خروجی؛

✓ نبود آزمایشگاه تحلیل کیفی پساب با تجهیزات و کادر فنی و دقت مناسب. با توجه به دستورالعمل پایش پساب در برنامه تخصیص و استفاده مجدد از آن؛

✓ بهره‌برداری بیش از ظرفیت از تصفیه‌خانه؛

✓ عدم تخلیه به‌موقع لجن انباشته شده در سیستم‌های تصفیه با روش برکه تثبیت؛

✓ عدم طراحی و به‌کارگیری فرآیندهای تصفیه پیشرفته (مرحله سوم) برای حذف عناصر مغذی و ... برای مدیریت پساب در فصول غیرزراعی

### ه- استفاده مجدد از پساب خروجی

استفاده مجدد از پساب تولیدی تصفیه‌خانه‌ها بخش نهایی و هدف اصلی در چرخه تولید و استفاده از پساب محسوب می‌شود و عنصری مهم و موظف در برنامه‌های تصفیه و استفاده از فاضلاب در کشاورزی محسوب می‌شود. عدم توجه به مسائل و چالش‌های حاکم بر این بخش، علی‌رغم حل چالش‌های بخش‌های دیگر می‌تواند عوارض بهداشتی و زیست‌محیطی خطرناکی به‌همراه داشته باشد و سودمندی و پایداری برنامه استفاده مجدد از پساب‌های خانگی را زیر سوال ببرد. چالش‌های مهم این بخش به شرح زیر هستند:

✓ عدم توجه کافی به استانداردها، قوانین و ضوابط زیست‌محیطی و بهداشتی در استفاده مجدد از پساب‌ها؛

✓ عدم توجه کافی به مسائل اجتماعی، فرهنگی و دینی در برنامه‌های استفاده مجدد از پساب؛

✓ سازمانی و برون سازمانی) برای بهره‌برداری از قوانین و مقررات موجود و برنامه‌های توسعه و سیاست‌های کلی؛  
 ✓ ضعف در اجرای قوانین و مقررات به دلیل مصلحت‌اندیشی، ناهماهنگی و نبود نیروی انسانی و تجهیزاتی کافی؛  
 ✓ عدم وجود سیستمی برای ارزیابی عملکرد و کارایی قوانین و عدم برنامه‌ریزی برای توسعه، تکمیل، به‌روز رسانی، تفسیر و شناسایی مشکلات و تداخل‌های قوانین؛  
 ✓ وجود اشکال در روندهای تعیین شده برای اجرای مقررات و عدم برنامه‌ریزی برای رفع اشکالات مربوطه؛  
 ✓ فقدان برنامه‌ریزی و هدف‌گذاری مناسب و عدم وجود ارتباط سیستماتیک بین واحدهای درون سازمانی و برون سازمانی؛  
 ✓ عدم وجود ارتباط سیستماتیک بین نهادهای مختلف در زمینه اهداف زیست‌محیطی و عدم استفاده از ظرفیت نهادها؛  
 ✓ عدم توجه کافی به بخش آموزش و آگاهی رسانی عمومی و تعریف و اجرای معیارهای ارزیابی عملکرد مناسب؛  
 ✓ کمبود نیروی انسانی متخصص و تجهیزات لازم در استان‌ها.

✓ تعریف معیارها، نظامنامه‌ها و چارچوب‌هایی برای استفاده مجدد از پساب، بدون توجه و تدارک زیرساخت‌های مورد نیاز؛  
 ✓ خلاء قانون و استاندارد در استفاده از این منابع؛  
 ✓ نبود آزمایشگاه و تجهیزات مناسب و کافی برای اجرای نظامنامه تخصیص پساب؛  
 ✓ عدم توجه به آلاینده‌های خاص و نوظهور؛  
 ✓ عدم اجرای نظامنامه پایش پساب و دخالت دادن عناصر موظف؛  
 ✓ عدم اجرای برنامه پایش زیست‌محیطی در مرحله تصفیه و استفاده از پساب (فاضلاب، پساب، منابع آب و خاک، محصول تولیدی و سلامت کارگران)  
 ✓ عدم توجه به مسائل حقوقی و قانونی در عرضه محصولات آبیاری شده با پساب و ...

#### و- قوانین، استانداردها و ساختار تشکیلاتی و حقوقی و فرهنگی اجتماعی

یکی از الزاماتی که در امکان عملیاتی شدن برنامه‌های بازچرخانی نقش کلیدی و بنیادی دارد، تامین جنبه‌های قانونی و مقرراتی است. بررسی قوانین و دستورالعمل‌های موجود نشان می‌دهد که مسئولیت نظارت حاکمیتی بر نحوه تخلیه فاضلاب‌ها به‌ویژه از دیدگاه زیست‌محیطی به سازمان حفاظت محیط‌زیست محول شده و از دیدگاه بهداشت و سلامت عمومی نیز علاوه بر سازمان حفاظت محیط‌زیست، وزارت بهداشت نیز دارای جایگاه نظارتی و مرجع تشخیص مجاز بودن بهره‌برداری از این منابع شده است. بنابراین ظرفیت‌های قانونی موجود تولید تخصیص و بهره‌برداری از این منابع را به وزارت نیرو محول نموده، ولی از دیدگاه نظارتی و بهداشتی دو مرجع اصلی سازمان حفاظت محیط‌زیست و وزارت بهداشت دارای نقش تعیین کننده‌ای هستند که در این میان سازمان حفاظت محیط‌زیست دارای مسئولیت و نقش بسیار بارزتر و کلیدی‌تری است. در ادامه نقاط ضعف مربوط به قوانین و مقررات ارائه می‌شود:

✓ عدم شفافیت در مورد جایگاه و وظایف سازمان حفاظت محیط‌زیست و عدم ارتباط موثر و برنامه‌ریزی شده، تداخل وظایف و عدم تبیین جایگاه این سازمان با سایر ارگان‌ها در رابطه با مسایل زیست‌محیطی؛  
 ✓ فقدان برنامه‌ریزی، هدف‌گذاری مناسب، پیگیری و ارتباط سیستماتیک و هماهنگی با سایر بخش‌ها و نهادها (درون