



## بررسی ابعاد بهداشتی و محیط زیستی استفاده مجدد از پساب

گروه مطالعات عمران، توسعه و مدیریت شهری

تیر ۱۴۰۲

شماره ۲۷

گزارش نشست تخصصی

# بیت‌المعمور

نویسنده: مهناز ناصری

تهیه شده در: گروه مطالعات عمران، توسعه و مدیریت شهری

تاریخ انتشار: تیر ۱۴۰۲

گزارش نشست تخصصی

---

**بررسی ابعاد بهداشتی و محیط زیستی استفاده مجدد از پساب**

---





## در این گزارش می‌خوانید

آب مورد نیاز در مصارفی چون کشاورزی، آبیاری فضای سبز شهری، صنعتی، تغذیه آب‌های زیرزمینی و مراکز تفریحی آبی و غیره را با استفاده مجدد از پساب می‌توان تامین کرد تا بتوان با بحران کم‌آبی مقابله نمود.



استفاده پایدار از پساب‌ها و آب‌های برگشتی، به ویژه در کشورهای در حال توسعه مستلزم برخورداری از استانداردها و ضوابط اصولی و مدون است.



### اسامی سخنرانان، مدعوین و حضار

ردیف	نام و نام خانوادگی	شغل	سمت	سازمان مربوطه
۱	اصغر جهانی	-	رئیس واحد محیط زیست و آب‌های غیرمتعارف	شرکت مدیریت منابع آب ایران
۲	رضا خاکپور	-	-	-
۳	شکوفه شارخی رضایی	-	دبیر کمیته متناظر بازیافت آب	سازمان ایزو در ایران
۴	غلامرضا شقاقی	-	رئیس گروه بهداشت آب و فاضلاب مرکز سلامت محیط و کار	وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
۵	فرشاد گلبابائی کوتنائی	پژوهشگر	-	دانشگاه تهران
۶	مهیار صفا	-	کارشناس	سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

### زمان و مکان برگزاری نشست

۱۴۰۲/۰۲/۱۸

زمان برگزاری نشست

سالن جلسات طبقه ششم مرکز مطالعات راهبردی و آموزش وزارت کشور

مکان برگزاری نشست

## فهرست

- ۱ بیان مسئله .....
- ۱ سابقه بازیافت آب و استفاده مجدد در دنیا .....
- ۲ الزامات در مدیریت طرح‌های استفاده مجدد از پساب .....
- ۳ ملاحظات بهداشت عمومی و محیط زیستی .....
- ۴ استفاده مجدد از پساب در مصارف شهری .....
- ۴ استفاده مجدد از پساب برای مصارف صنعتی .....
- ۵ استفاده مجدد از پساب برای مصارف کشاورزی .....
- ۷ استفاده مجدد از پساب برای آبیاری مناظر طبیعی و فضای سبز .....
- ۹ استفاده مجدد از پساب برای مصارف تفریحی و تفرجی .....
- ۱۰ استفاده مجدد از پساب برای تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی .....
- ۱۱ برنامه ایمنی فاضلاب .....
- ۱۷ چالش‌های موجود در مدیریت فاضلاب در کشور .....
- ۱۸ اقدامات کنترلی پیشنهادی در استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی .....

## فهرست شکل

- شکل ۱. فرایند برنامه ایمنی فاضلاب. .... ۱۲
- شکل ۲. چرخه برنامه ایمنی فاضلاب .....
- شکل ۳. مقایسه برنامه ایمنی فاضلاب با برنامه ایمنی آب .....



## بررسی ابعاد بهداشتی و محیط زیستی استفاده مجدد از پساب

### فهرست جدول

- جدول ۱. استاندارد کیفی پیشنهادی برای کاربرد پسابها و آبهای برگشتی در آبیاری فضای سبز - FAO. ۸.....
- جدول ۲. مراحل پایش استفاده از پسابها و آبهای برگشتی در آبیاری ..... ۹.....
- جدول ۳. معیارهای تصفیه جهت آبهای تزریق شده به سفره‌های زیرزمینی ..... ۱۱.....

## بیان مسئله

در گذشته به دلیل فراوانی و ارزان بودن منابع آب، بحث بازچرخانی آب<sup>۱</sup> و استفاده مجدد از پساب<sup>۲</sup> در مدیریت آب چندان مورد توجه قرار نگرفته بود. با افزایش بهای آب، کاهش منابع آب در دسترس، رشد جمعیت، توسعه صنایع و غیره به خصوص در مناطقی که با کمبود منابع آبی مواجه هستند، استفاده مجدد از آن اهمیت ویژه‌ای در مدیریت منابع آب پیدا کرده و روز به روز بر اهمیت آن افزوده می‌شود. حذف یا کاهش نیاز به تاسیسات تصفیه آب جدید و استفاده از چاه‌های آب، حفظ منابع آبی و رهایی از کمبود آب، کاهش تقاضا برای آب‌های سطحی و زیرزمینی، تغذیه آب‌های زیرزمینی، کاهش حجم فاضلاب تخلیه‌شده و در نتیجه کاهش آلودگی رودخانه‌ها و دریاچه‌ها و غیره برخی از مزایای استفاده مجدد از پساب هستند. استفاده مجدد برای مصارف بهداشتی شهری، مصارف صنعتی، مصارف کشاورزی، تغذیه آب‌های زیرزمینی و در مراکز تفریحی آبی برخی از انواع مصارف استفاده مجدد از پساب هستند.

## سابقه بازیافت آب و استفاده مجدد در دنیا

استفاده مجدد از پساب در بسیاری از کشورهای دنیا با شرایط متفاوت اقلیمی انجام شده است که در ذیل به برخی از آنها اشاره شده است؛

- از سال ۱۹۱۲ در بسیاری از کشورها برای آبیاری محصولات کشاورزی؛
- در سال ۱۹۴۰ برای کارخانه فولادسازی در یکی از ایالت‌های ایالات متحده؛
- از سال ۱۹۶۰ تقریباً در کلیه ایالت‌های ایالات متحده برای مصارف کشاورزی و صنعتی؛
- در حال حاضر ۶۶ درصد مصارف آب سیستم‌های خنک‌کننده صنایع و ۱۷ درصد مصارف آب‌های مورد نیاز دیگ‌های بخار صنایع در ایالات متحده؛
- در حال حاضر در کشور سنگاپور روزانه ۲۰۰/۰۰۰ مترمکعب فاضلاب تصفیه‌شده برای مصارف صنعتی.

<sup>۱</sup> فرآیند بازچرخانی آب، جداسازی مواد معلق و آلاینده‌های موجود در آن است تا کیفیت پساب‌ها به حد مطلوبی برسد. این فرآیند یکی از راهکارهای استفاده مجدد از آب‌های مصرف شده است.

<sup>۲</sup> استفاده از پساب تصفیه‌شده برای مصارف مفید است.

## الزامات در مدیریت طرح‌های استفاده مجدد از پساب

الزامات در مدیریت طرح‌های استفاده مجدد از پساب به شرح ذیل است؛

- جنبه‌های فنی؛ با پیشرفت تکنولوژی و ابداع روش‌های جدید می‌توان اقدام به استفاده از طرح‌های متعدد استفاده مجدد از پساب نمود. لذا استفاده از این تکنولوژی‌ها متناسب با شرایط بومی کشور ضروری است.
- جنبه‌های اقتصادی؛ استفاده مجدد از پساب با آثار مثبت اقتصادی مانند افزایش سطح اشتغال و درآمد همراه است. توجه به اصل هزینه-منفعت در طرح‌های استفاده مجدد از پساب ضروری است.
- جنبه‌های اجتماعی-فرهنگی؛ استفاده از پساب با آثار مثبت اجتماعی-فرهنگی مانند کاهش تنش‌های اجتماعی و محلی ناشی از کم‌آبی همراه است. لذا در طرح‌ها همواره باید به این مسئله توجه نمود.
- جنبه‌های مدیریتی؛ با توجه به اهمیت طرح‌های استفاده مجدد از پساب، ضروری است در برنامه‌ها و سیاست‌ها همواره به رعایت سایر الزامات یادشده و استانداردهای مربوطه به منظور کاهش بروز مشکلات محیط زیستی، بهداشتی و غیره توجه شود.
- جنبه‌های بهداشتی؛ یکی از مسایل خطرزا در تصفیه و استفاده از پساب‌ها و آب‌های بازیافتی، وجود عوامل بیماری‌زا و انتشار آنها در بین کارگران، جوامع محلی و اجتماعات انسانی مجاور و همچنین مصرف‌کنندگان محصولات تولیدی است. راه‌های پیشگیری شامل ضدعفونی پساب تا حد رسیدن به کیفیت مورد نظر است.
- جنبه‌های محیط زیستی؛ در مدیریت طرح‌های استفاده مجدد از پساب ضروری است به اثرات بر محیط زیست فیزیکی و محیط زیست بیولوژیکی توجه شود. بقایای املاح، سموم و آفت‌کش‌ها، کودهای شیمیایی و عناصر کمیاب در آب‌های بازیافتی و زه‌آب‌ها و همچنین فلزات سنگین و مواد آلی در پساب‌های شهری و صنعتی در صورت استفاده غیرصحیح و راهیابی به منابع آب موجب تخریب زیست‌بوم‌های آبی می‌شود. یکی از مصارف پساب‌ها و آب‌های بازیافتی، استفاده غیرمستقیم و



مستقیم برای حیات وحش و پایداری محیط زیست است. در صورت استفاده غیراصولی، مواد سمی موجود در پسابها و آبهای بازیافتی، میکروارگانیسمهای بیماریزا در پسابهای خانگی و سموم شیمیایی و آفتکشها در زهآبهای کشاورزی برای حیوانات و به ویژه آبزیان، سمی بوده و سلامت آنها را به خطر می‌اندازد.

### ملاحظات بهداشت عمومی و محیط زیستی

استفاده مجدد از آب خاکستری، شامل فاضلاب<sup>۳</sup> ناشی از حمام، دوشها، ماشینهای لباسشویی و دستشویی است. این فاضلاب، آب سیاه یا همان فاضلاب ناشی از توالت را در برنمی‌گیرد. لذا آب خاکستری می‌تواند از آب سیاه جدا شده و مورد استفاده مجدد قرار گیرد. تعداد ساکنین، توزیع سنی ساکنین، شیوه زندگی و الگوهای مصرف از عوامل موثر بر کمیت و کیفیت آب خاکستری است. یکی از مسایل خطرناک در تصفیه و استفاده از پسابها<sup>۴</sup> و آبهای بازیافتی، وجود عوامل بیماریزا یا در اصطلاح پاتوژن‌ها و انتشار آنها در بین کارگران، جوامع محلی و اجتماعات انسانی مجاور و همچنین مصرف کنندگان محصولات تولیدی است. راههای پیشگیری شامل ضدعفونی پساب تا حد رسیدن به کیفیت مورد نظر، به ویژه استاندارد سازمان بهداشت جهانی<sup>۵</sup> برای کشورهای در حال توسعه از جمله ایران مناسب‌تر به نظر می‌رسد.

- اجزای موجود در فاضلاب که باعث ایجاد نگرانی‌های محیط زیستی و بهداشت عمومی می‌شود در سه گروه طبقه‌بندی می‌شوند؛
- اجزای معمول؛ TSS و BOD، TOC، جامدات معلق، آمونیاک، نیترات، نیتريت، کلر، نیتروژن، فسفر، باکتری‌ها، کیست پروتوزوا، ویروس‌ها، کلیفرم‌های مدفوعی و غیره که به وسیله تصفیه‌های معمول حذف می‌شوند.
- اجزای غیرمعمول؛ اجزای آلی مقاوم (POPs)، ترکیبات آلی فرار (VOCs)، مواد فعال سطحی (surfactants)، انواع فلزات سنگین، کل جامدات محلول که ممکن است با استفاده تصفیه‌های پیشرفته فاضلاب حذف یا کاهش یابند.

<sup>۳</sup> هر نوع ماده زاید مایع حاصل از فعالیت‌های شهری و صنعتی بدون طی مراحل تصفیه را فاضلاب گویند.  
<sup>۴</sup> پسابها و یا فاضلاب‌های تصفیه‌شده شامل فاضلاب‌های تصفیه‌شده شهری و صنعتی است که حداقل یک مرحله تصفیه اعم از فیزیکی، شیمیایی یا زیستی را طی کرده‌اند.

<sup>۵</sup> WHO (World Health Organization)

- اجزای در حال پیدایش؛ داروها، آنتی‌بیوتیک‌ها، هورمون‌ها و غیره. برآیند بررسی‌های به عمل آمده از تجارب جهانی حاکی از آن است که استفاده پایدار از پساب‌ها و آب‌های برگشتی، به ویژه در کشورهای در حال توسعه مستلزم تدوین چارچوب‌ها و ضوابطی است که در آن توجه به پیامدهای محیط زیستی، بهداشتی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی مربوط و در نظر گرفتن متغیرهای زمانی هم چون سطح فناوری، وضعیت اقتصادی و نیروی کار از جایگاه خاصی برخوردار است و تمامی این موارد نیازمند برخورداری از استانداردها و ضوابط اصولی و مدون است.

### استفاده مجدد از پساب در مصارف شهری

استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده می‌تواند شامل موارد زیر باشد؛

- آبیاری پارک‌ها، زمین‌های چمن ورزشگاه‌ها و غیره؛
- استفاده تجاری از قبیل شستشوی اتومبیل، شستشوی شیشه‌ها و غیره؛
- شستشوی خیابان‌ها؛
- آتش‌نشانی؛
- کنترل گرد و غبار و تولید بتن و استفاده در ساختمان‌سازی؛
- استفاده بهداشتی منازل و مراکز تجاری؛
- شستشوی فاضلاب‌روها.

### استفاده مجدد از پساب برای مصارف صنعتی

صنایع حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد از کل منابع آب جهان را مصرف می‌کنند<sup>۶</sup>، بنابراین باید صنایع را ترغیب کرد تا در زمینه‌های استفاده‌های بهینه از آب، بازیافت بیشتر آب و مدیریت بهتر منابع آب سرمایه‌گذاری بیشتری

<sup>۶</sup> فارس (۱۳۹۸/۰۷/۰۱). «نقش صنایع در صرفه‌جویی آب/ راهکارهای عملیاتی صرفه‌جویی آب در بخش صنعت»، به نشانی

انجام دهند. خنک کردن، شستشو، تولید محصول و تغذیه دیگ بخار (بویلر<sup>۷</sup>) برخی از موارد کاربرد برای استفاده مجدد از پساب در صنایع هستند. لازم به ذکر است کیفیت پساب مورد استفاده در صنایع بستگی به نوع صنعت و نوع محصول آن دارد.

مزایای استفاده مجدد برای مصارف صنعتی به شرح ذیل است؛

- کاهش مصرف آب؛
  - کاهش بار آلودگی ورودی به محیط زیست؛
  - کاهش هزینه‌های تولید به دلیل بازیافت مواد موجود در فاضلاب؛
  - کاهش سمیت و حجم فاضلاب خروجی.
- برخی از نگرانی‌ها در مورد استفاده مجدد از آب در فرآیندهای صنعت عبارت است از
- رسوب گذاری،
  - خوردگی،
  - رشد زیستی،
  - گرفتگی غشاء<sup>۸</sup>.

### استفاده مجدد از پساب برای مصارف کشاورزی

بخش کشاورزی هم‌اکنون با مصرف بیش از ۶۷ درصد از کل آب مصرفی، بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب در جهان است. تاریخچه استفاده از پساب در بخش کشاورزی به سال ۱۶۵۰ میلادی برمی‌گردد که در شهر اسکاتیش در انگلستان از پساب برای استفاده در کشاورزی استفاده شد. در حال حاضر ۵۰۰/۰۰۰ هکتار از اراضی در ۱۵ کشور با پساب آبیاری می‌شوند. در حال حاضر بزرگ‌ترین طرح‌های استفاده از پساب مربوط به آبیاری کشاورزی است.

انواع آبیاری در کشاورزی عبارت است از

- آبیاری محدودشده؛ در این آبیاری پساب برای همه محصولات کشاورزی به جز محصولات خوراکی مثل سبزیجات که به صورت خام مصرف می‌شوند، استفاده می‌شود.

<sup>۷</sup> Boiler

<sup>۸</sup> Fouling

- آبیاری نامحدود؛ در آبیاری نامحدود از پساب برای آبیاری همه نوع محصولات از جمله محصولات خوراکی که به صورت خام مصرف می‌شوند مانند سبزیجات نیز استفاده می‌شود. مزایای استفاده از پساب در کشاورزی عبارت است از
  - افزایش بازده مصرف آب؛
  - کاهش استفاده از منابع آبی تازه و در نتیجه محافظت از منابع آبی تازه؛
  - کاهش نیاز به کودهای شیمیایی در نتیجه کاهش تخلیه‌های صنعتی و کاهش هزینه انرژی؛
  - کاهش بار آلودگی ورودی به منابع آبی؛
  - ایجاد ذخایر محلی آب.
- لازم به ذکر است استفاده مجدد از پساب در کشاورزی باید تحت یک مدیریت خوب صورت گیرد تا از اثرات منفی بهداشتی بر انسان که در اثر استفاده کنترل نشده به وجود می‌آید جلوگیری شود. در استفاده از پساب جهت آبیاری زمین‌های کشاورزی بایستی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و میکروبی آن کنترل شود. اثرات استفاده از فاضلاب و پساب غیراستاندارد در کشاورزی به شرح زیر است؛
- آسیب به کشاورزان؛ مطالعات نشان می‌دهد که کارگران مزارع و شاغلین مراحل تولید در معرض بیماری‌هایی نظیر آلودگی به بیماری‌هایی چون سل، وبا، حصبه، اسهال‌های باکتریایی و ویروسی، هپاتیت A هستند.
- آسیب به مصرف‌کنندگان محصولات؛ بیماری‌های منتقله از طریق محصولات کشاورزی به مصرف‌کنندگان اغلب شامل مواردی چون بیماری سل، وبا، حصبه، اسهال‌های باکتریایی و ویروسی، هپاتیت A است.
- آسیب به حیوانات؛ در صورت استفاده مجدد از فاضلاب جهت آبیاری محصولات علوفه‌ای بیماری‌هایی مانند کرم کدوی گاوی (تنیاساژیناتا) منتقل می‌شود.

## استفاده مجدد از پساب برای آبیاری مناظر طبیعی و فضای سبز

آب بازیافتی را در دو محل می توان برای آبیاری مناظر طبیعی استفاده نمود.

- آبیاری مناطق با دسترسی کم؛ مانند مناظر طبیعی بزرگراهها و دیگر نواحی که مردم دسترسی یا تماس محدودی با آب بازیافتی دارند.
- آبیاری مناطق باز قابل دسترس؛ مانند زمینهای گلف و چمن ورزشگاهها، پارکها، زمینهای بازی، حیاط مدرسه، مناظر طبیعی در مناطق مسکونی یا دیگر مناطقی که مردم با آب بازیافتی تماس دارند. با توجه به دسترسی مردم به ناحیه تحت آبیاری کیفیت آب بازیافتی متفاوت است. آب مورد استفاده در مناطق در دسترس مردم نیاز به تصفیه و پردازش بیشتری دارد.

در جدول ۱ استانداردهای کیفی پیشنهادی توسط فائو (FAO) برای کاربرد پسابها و آبهای برگشتی در آبیاری فضای سبز ذکر شده است.

FAO جدول ۱. استاندارد کیفی پیشنهادی برای کاربرد پسابها و آبهای برگشتی در آبیاری فضای سبز-

مقدار حداکثر مجاز	واحد	پارامتر
۶/۵-۸/۴	-	pH
۷۰۰	میکروزیمنس بر سانتی متر	هدایت الکتریکی ( $EC_w$ )
۳ <sup>۱</sup>	-	نسبت جذب سدیم تنظیم شده ( $adj.SAR$ )
۷۰ <sup>۲</sup>	میلی گرم بر لیتر	سدیم (Na)
۱۰۰ <sup>۳</sup>	میلی گرم بر لیتر	کلرید (Cl)
۰/۷	میلی گرم بر لیتر	پر (B)
۳-۰	میلی گرم بر لیتر	کربنات ( $CO_3$ )
۹۰ <sup>۳</sup>	میلی گرم بر لیتر	بی کربنات ( $HCO_3$ )
۵۰	میلی گرم بر لیتر	فسفات ( $PO_4$ )
-	میلی گرم بر لیتر	نیتروزن نیترات ( $N-NO_3$ )
مجموعاً ۵	میلی گرم بر لیتر	نیتروزن آمونیاکی ( $N-NH_4$ )
۴۰	میلی گرم بر لیتر	کل مواد جامد معلق (TSS)
۴۵۰	میلی گرم بر لیتر	کل مواد محلول (TDS)
۳۱	میلی گرم بر لیتر	اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD)
۱۰۰۰ <sup>۵</sup>	MPN/100ml	کلی فرم مدفوعی
۱ <sup>۶</sup>	تعداد در لیتر	تخم انگل‌های گرمی گروه نماتود

همچنین در جدول ۲ مراحل پایش استفاده از پسابها و آبهای بازیافتی در آبیاری بیان شده است.

جدول ۲. مراحل پایش استفاده از پسابها و آبهای برگشتی در آبیاری

فواصل نمونه برداری و بررسی					خواص
سالانه	شش ماه	فصلی	ماهانه	هفتگی	مورد پایش
تخم انگل نماتود	فلزات سنگین (کادمیوم- جیوه - سرب)	TSS - COD-DO-BOD آنیون (گربنات-بیکربنات- سولفات-کلرور) کاتیون (کلسیم- منیزیم- سدیم- پتاسیم) فکال کلی فرم - فسفر کل-ازت کل-نیترات	pH- TDS-EC	-	منابع آب سطحی
فکال کلی فرم - فسفر کل-ازت کل	آنیون (گربنات-بیکربنات- سولفات-کلرور) - کاتیون (کلسیم- منیزیم- سدیم- پتاسیم) نیترات	pH - EC-TDS	-	-	منابع آب زیرزمینی
فلزات سنگین شامل: روی، کادمیوم، جیوه و سرب نقوذپذیری و هدایت هیدرولیکی خاک- آزمایش خواص زیستی خاک	-	مواد آلی خاک- فسفر کل-ازت کل - ظرفیت تبادل یونی خاک	شوری خاک EC <sub>e</sub> - قلیاییت خاک	-	خاک
-	تخم انگل نماتود	-	-	-	گیاهان

### استفاده مجدد از پساب برای مصارف تفریحی و تفرجی

- در مکان‌هایی چون استخرها و آبشارهای تفریحی، آب‌نماها به دلیل آن که در این مکان‌ها امکان دسترسی مردم به آب بازیافتی وجود دارد پس آب بازیافتی بالاترین کیفیت را باید داشته باشد. ملاحظات محیط‌زیستی و بهداشتی استفاده مجدد از پساب در مصارف تفریحی و تفرجی به قرار زیر است؛
- آب نباید محتوی هیچگونه موادی باشد که در اثر بلع ایجاد مسمومیت کند و موجب التهاب چشم‌ها و یا پوست بدن نشود.
  - خاصیت اسیدی<sup>۹</sup> قابل قبول آب‌ها برای شنا کردن در گستره ۶/۵ تا ۸/۳ است.

<sup>۹</sup> PH

- درجه حرارت به استثنای شرایط طبیعی، برای شنا کردن و ماهی گیری بالاتر از ۳۰ درجه سانتی گراد قابل قبول نیست.
- جهت جلوگیری از تغذیه گرایی نیاز به تقلیل فسفر و ازت است.
- تماس ثانوی ( قایق رانی و ماهی گیری) نسبت به تماس مستقیم نامحدود، کم تر محدودیت دارد.

### استفاده مجدد از پساب برای تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی

پخش سطحی و تزریق مستقیم از روش های تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی<sup>۱۰</sup> با آب بازیافتی هستند. مواردی چون محافظت از منابع آب، افزایش حجم آب زیرزمینی، محافظت از آب زیرزمینی تازه از ورود آب شور در نواحی ساحلی و ذخیره آب بازیافتی برای استفاده مجدد از اهداف استفاده از آب بازیافتی برای تغذیه آب زیرزمینی هستند.

مزایا تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی عبارت است از؛

- نیاز نداشتن به تاسیسات ذخیره سطحی؛
- کاهش بو؛
- کاهش از دست رفتن آب به وسیله تبخیر؛
- جلوگیری از رشد جلبکی؛
- حذف نیاز به تاسیسات انتقال سطحی؛ چون آبخوان می تواند به عنوان سیستم توزیع طبیعی استفاده شود.

در جدول ۳ معیارهای تصفیه جهت آب های تزریق شده به سفره های زیرزمینی بیان شده است.

<sup>۱۰</sup> استفاده از آب احیاشده به صورت غیرمستقیم است مانند گرفتن آب از بدنه های آبی که آب احیاشده در آن تخلیه شده است یا از منابع آب زیرزمینی که از آب احیاشده برای تغذیه آن استفاده شده است.



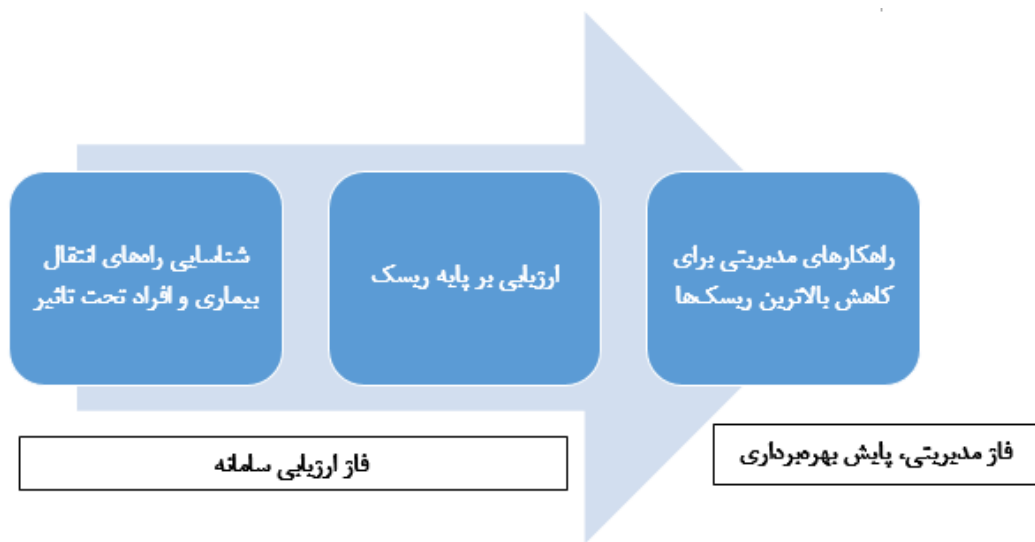
جدول ۳. معیارهای تصفیه جهت آب‌های تزریق شده به سفره‌های زیرزمینی

تزریق مستقیم	تزریق غیرمستقیم (پخش در سطح)
<ul style="list-style-type: none"> <li>کنترل منابع ترکیبات شیمیایی صنایع؛</li> <li>اکسیداسیون کافی بیولوژیکی (تصفیه ثانویه)؛</li> <li>ضد عفونی کافی؛</li> <li>انعقاد و لخته‌سازی شیمیایی؛</li> <li>ته‌نشینی (زال‌سازی)؛</li> <li>فیلتراسیون؛</li> <li>جذب سطحی روی کربن فعال؛</li> <li>عبور از صافی غشایی - اسمز معکوس؛</li> <li>دمیدن هوا جهت حذف ملکول‌های آلی سبک؛</li> <li>ترقیق به وسیله مقادیر کافی آب زیرزمینی؛</li> <li>آب تغذیه شده باقی مانده و پس از یک دوره یک‌ساله برداشت شود.</li> <li>کنترل کیفیت آب زیرزمینی.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>کنترل منابع ترکیبات شیمیایی صنایع؛</li> <li>اکسیداسیون کافی بیولوژیکی (تصفیه ثانوی)؛</li> <li>جذب سطحی به کمک کربن (با ۳۰ دقیقه زمان تماس)؛</li> <li>تصفیه به کمک زمین به طوری که لایه غیراشباع در سطح را اشباع نکند؛</li> <li>حداقل ۳ متر عمق داشته باشد.</li> <li>منطقه یک هفته حالت سیلابی و دو هفته حالت خشک داشته باشد.</li> <li>مقدار آب محلی زیرزمینی جهت تزریق کافی باشد.</li> <li>آب تغذیه شده باقی مانده و پس از یک دوره یک‌ساله برداشت شود.</li> <li>کنترل کیفیت آب زیرزمینی.</li> </ul>

## برنامه ایمنی فاضلاب

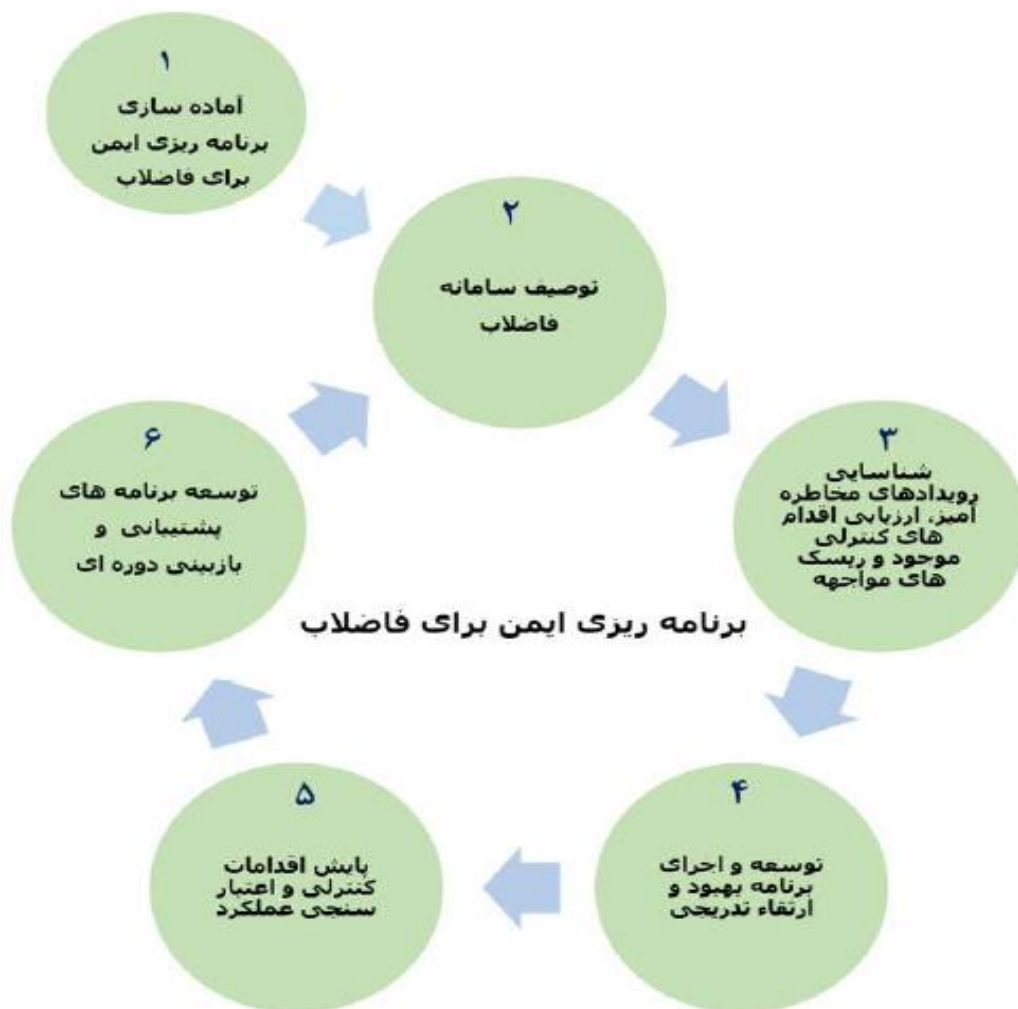
موثرترین راه برای اطمینان مداوم از ایمن بودن استفاده از فاضلاب، فضولات و آب خاکستری، راهکار ارزیابی جامع ریسک و مدیریت آن است. اگر آبیاری با پساب انجام شود، برنامه ایمنی فاضلاب می‌تواند تمامی مراحل اعم از تولید مواد زائد، تصفیه و استفاده و استفاده از محصول و مصرف را شامل شود. در شکل ۱ به فرایند برنامه ایمنی فاضلاب پرداخته شده است.

## بررسی ابعاد بهداشتی و محیط زیستی استفاده مجدد از پساب



شکل ۱. فرایند برنامه ایمنی فاضلاب.

برنامه ایمنی فاضلاب ابزاری برای کمک به کاهش اثرات منفی استفاده از فاضلاب، فضولات انسانی، آب خاکستری و غیره بر سلامتی و به حداکثر رساندن منافع استفاده از آنها برای تولید محصولات کشاورزی و آبی است. در شکل ۲، چرخه برنامه ایمنی فاضلاب و گام‌های اجرایی آن ترسیم شده است که در ادامه این مراحل مطرح شده است.



شکل ۲. چرخه برنامه ایمنی فاضلاب

- گام اول، آماده سازی برای برنامه ایمنی فاضلاب؛ اقداماتی چون مشخص کردن زمینه ها یا فعالیت های دارای اولویت، تعیین اهداف، تعیین صریح محدوده، مرز سیستم، نهاد راهبر و تشکیل تیم در این گام انجام می شود.

### خروجی‌های گام اول؛

- توافق بر مناطق با اولویت، هدف، مقیاس، محدوده‌ها و نهاد راهبر برای برنامه ایمنی فاضلاب؛
- تشکیل یک تیم چند سازمانی (با مسئولیت‌های مختلف) جهت ارائه چرخه فاضلاب برای توسعه و اجرای برنامه ایمنی فاضلاب.

- **گام دوم، توصیف سامانه فاضلاب؛** اقداماتی چون ترسیم نقشه سامانه فاضلاب، تعیین نوع و مشخصات فاضلاب، شناسایی گروه‌های در معرض خطر بالقوه و غیره در این گام انجام می‌شود.

### خروجی‌های گام دوم؛

- ارائه یک نقشه و توصیف سامانه؛
- اعلام گروه‌های در معرض خطر بالقوه؛
- درک اجزای تشکیل‌دهنده سامانه فاضلاب و خطرات مرتبط با سلامتی آن؛
- شناسایی عوامل موثر در عملکرد و آسیب‌پذیری سامانه؛
- گردآوری تمامی اطلاعات مقرراتی، قانونی و فنی مرتبط.

- **گام سوم، شناسایی رویدادهای مخاطره آمیز، ارزیابی اقدامات کنترل موجود و ریسک‌های مواجهه؛**

### خروجی‌های گام سوم؛

- تهیه لیست خطرات و شناسایی رویدادهای مخاطره‌آمیز؛
- شناسایی اقدامات کنترلی موجود؛
- اعتباربخشی اقدامات کنترلی موجود؛
- اولویت‌بندی ریسک‌ها.

- **گام چهارم، توسعه و اجرای یک برنامه بهبود و ارتقاء تدریجی؛** اقداماتی چون مورد توجه قرار دادن اقدامات کنترلی برای ریسک‌های شناسایی‌شده، استفاده از گزینه‌های منتخب برای اجرای برنامه‌های بهبود تدریجی و اجرای برنامه‌های بهبود در این گام انجام می‌شود.

خروجی‌های گام چهارم؛

- اجرای برنامه‌های بهبود و ارتقای تدریجی که تمام گروه‌های مواجهه در خطر را در کل سامانه فاضلاب حفاظت خواهند کرد.

- **گام پنجم، پایش اقدامات کنترلی و اعتبارسنجی عملکرد؛** اقداماتی چون تعریف پایش بهره‌برداری، اعتبارسنجی عملکرد سیستم و ممیزی سیستم در این گام انجام می‌شود.

خروجی‌های گام پنجم؛

- برنامه‌های پایش بهره‌برداری؛
- برنامه‌های پایش اعتبارسنجی عملکرد سیستم؛
- ارزیابی مستقل عملکرد.

- **گام ششم، توسعه برنامه‌های پشتیبانی و طرح‌های بازبینی؛** اقداماتی چون شناسایی برنامه پشتیبان و شیوه‌نامه‌های مدیریتی و بازبینی دوره‌ای و به‌روزرسانی خروجی‌های برنامه ایمنی فاضلاب در این گام انجام می‌شود.

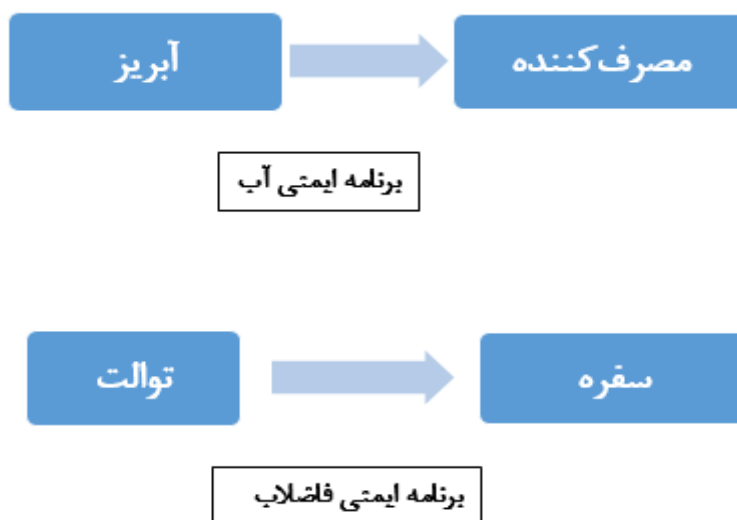
خروجی‌های گام ششم؛

- برنامه‌های پشتیبانی و شیوه‌نامه‌های مدیریتی که اجرای برنامه ایمنی فاضلاب را ارتقاء می‌بخشند.
- به‌روزرسانی مستندات برنامه ایمنی فاضلاب در واکنش به تغییرات درونی و محیطی.

دو نتیجه کلیدی برنامه ایمنی فاضلاب عبارتند از؛

- برنامه توسعه تدریجی و اولویت بندی شده؛
- برنامه پایش بهره برداری به صورت منظم و برنامه ریزی شده و اعتبارسنجی دوره ای.

برنامه ایمنی آب به عنوان یک الگو برای برنامه ایمنی فاضلاب به کار رفته است. شباهت های بسیاری بین این دو برنامه وجود دارد اما تفاوت هایی هم دارند. در شکل ۳ به بیان این تفاوت پرداخته شده است.



شکل ۳. مقایسه برنامه ایمنی فاضلاب با برنامه ایمنی آب

اجرای برنامه ایمنی فاضلاب از سال ۱۳۹۵ در دستور کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی قرار گرفته است. به دلیل همه گیری کرونا اجرای برنامه با دو سال تعویق مطابق نقشه راه در حال اجرا است.

## چالش‌های موجود در مدیریت فاضلاب در کشور

- چالش‌های مهم تاثیرگذار در مدیریت فاضلاب در کشور عبارت هستند از
- تصفیه نکردن بخش عمده‌ای از فاضلاب‌های شهری؛
  - اثرات تغییر اقلیم و خشکسالی و تنش آبی؛
  - تخلیه فاضلاب‌های شهری و روستایی به منابع تامین‌کننده شرب و مشکل تغذیه‌گرایی سدهای تامین‌کننده آب شرب و ایجاد طعم و بو؛
  - ناکارآمدی برخی تصفیه‌خانه‌ها برای تامین استاندارد خروجی پساب و به ویژه حذف فسفر و نیتروژن؛
  - تخلیه لجن چاه‌های جاذب بدون تصفیه به محیط زیست به ویژه در ایام تعطیل و شب‌ها؛
  - تغییر غیراستاندارد الگوی کشت و اعمال نکردن اقدام‌های کنترلی مناسب برای حفاظت از سلامت کشاورزان و مردم ساکن در آن منطقه؛
  - عدم بازدارنده بودن احکام قضایی برای جلوگیری از آبیاری مزارع با فاضلاب یا پساب غیراستاندارد؛
  - وجود دوگانگی در استانداردهای محیط زیست بر استفاده از پساب برای آبیاری کشاورزی و تخلیه به آب‌های سطحی و استانداردهای ملی به شماره ۲-۲۱۸۷۶ طرح‌های استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در آبیاری- قسمت ۲ : توسعه طرح- راهنما و وجود سردرگمی برای کاربران؛
  - اجرا نکردن بند (پ) مصوبه شماره ۶۶۴۱۸/ت/۵۵۶۰۷ مورخ ۱۳۹۸/۰۵/۳۰ بر پرداخت هزینه نکاشت به کشاورزان دارای حقاچه معتبر متناسب با حقاچه مذکور و یا جایگزینی موقت کشت‌های قانونی موجود با زراعت چوب یا پنبه (محصولات غیرخوراکی) با حمایت مالی لازم و تغییر در روش‌های آبیاری تا زمان اتمام پروژه احداث تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب شهر تهران؛
  - اجرا نکردن بند (ت) مصوبه شماره ۶۶۴۱۸/ت/۵۵۶۰۷ مورخ ۱۳۹۸/۰۵/۳۰ مبنی بر برخورد قاطع قانونی با آن دسته از متخلفان در رهاسازی فاضلاب خود در مسیل‌های منتهی به جنوب شهر تهران؛
  - همخوانی نداشتن پیشرفت شبکه جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب.

## اقدامات کنترلی پیشنهادی در استفاده از پسابها و آبهای برگشتی

در زیر به بیان برخی از اقدامات کنترلی پیشنهادی در استفاده از پسابها و آبهای برگشتی پرداخته شده است؛

- تصفیه پسابها تا حد رسیدن به استانداردهای مورد نظر؛
- اعمال محدودیت در کاربری این منابع؛
- محافظت و اقدامات کنترلی برای کاهش ریسکهای استفاده از پساب و جلوگیری از مواجهه محصولات کشاورزی، کارگران، مصرف کنندگان و مردم ساکن در آن منطقه با فاضلاب از قبیل استفاده از آبیاری زیرسطحی، استفاده از گیاهان ساقه بلند و درخت، استفاده نکردن از آبیاری پاششی، توقف آبیاری به مدت حداقل ۲۴ ساعت قبل از برداشت محصول، محدودیت دسترسی، استفاده از وسایل حفاظت فردی برای کشاورزان و شستشوی محصول، محافظت از خطوط انتقال پساب از تصفیه خانه تا محل مصرف و رعایت فاصله تصفیه خانه از اماکن مسکونی و اجتماعات انسانی؛
- توسعه آبیاری نوین و به کارگیری روشهای آبیاری متناسب با کیفیت پساب و گونه های زراعی؛
- پرداخت هزینه نکاشت به کشاورزان دارای حقا به معبر (بند پ مصوبه شورای هیات وزیران)؛
- اجرایی سازی طرح های انتقال آب های بازیافتی جهت تامین آب سالم برای کشاورزان؛
- تغییر الگوی کشت محصولات کشاورزی جهت اصلاح الگوی مصرف آب در بخش کشاورزی؛
- شناسنامه دار کردن محصولات کشاورزی؛
- برخورد با متخلفان استفاده کننده از فاضلاب و تسریع در رسیدگی به پرونده های قضایی و صدور احکام بازدارنده؛
- تسریع در اجرای پروژه های تصفیه فاضلاب شهری و حذف ازت و فسفر برای تخلیه به آب های سطحی در شرایط کم آبی و استفاده از پساب؛
- ارتقای تصفیه خانه های فاضلاب در جهت تامین استانداردهای لازم؛
- افزایش نظارت های محیط زیستی و بهداشتی؛
- افزایش آگاهی کشاورزان و مصرف کنندگان محصولات غذایی؛
- عمل به وظایف قانونی توسط تمامی سازمان ها و نهادهای متولی و همکار.





گزارش نشست تخصصی

## بررسی ابعاد بهداشتی و محیط زیستی استفاده مجدد از پساب

تاریخ انتشار: تیر ۱۴۰۲

شناسه یکتا: TG-MT-1441

