

استفاده از فاضلاب برای توسعه پوشش گیاهی

تدوین و ترجمه: مهندس مصطفی بهبهانی
بهوش قاسمی



مقدمه:

فاضلاب یا بس آب، عبارت از آبی است که برای مصارف مختلف شهری، صنعتی، کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، سپس کیفیت آن نسبت به قبل از مصرف از نظر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تغییر پیدا می‌نماید. مطالعات و بررسی‌های انجام شده، مؤید این مطلب است که در اکثر مناطق مملکت مسائل و مشکلات فاضلاب از اهم مسائل زیست محیطی بشمار می‌رود و باعث انواع آلودگی در خاک و آب و حتی هوا می‌شود. افزایش جمعیت، بالا رفتن مصرف سرانه آب، ایجاد واحدهای مسکونی جدید، توسعه تأسیسات و کارخانجات صنعتی و کاربرد سموم و کودهای شیمیایی، در آلودگی بیش از حد فاضلابها نقش تعیین‌کننده‌ای دارند، از این نظر، همواره دستگاه‌های اجرایی، شهرداریها، ارگانهای محیط زیست در تکاپوی چاره‌اندیشی و حتی‌المقدور استفاده مجدد از این آبها هستند. به طور مثال، آنچه از آمار و گزارشات استنباط می‌شود، آبهای زیرزمینی شمال تهران آلودگی شدید میکروبی همراه با تغییرات بیش از حد مجاز دارند و در سایر شهرهای بزرگ کشورمان نیز وضع از این بهتر نیست. در باره‌ای مواقع نیز

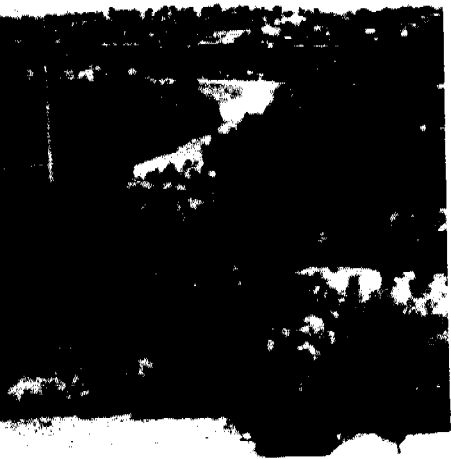
استفاده از فاضلاب

استفاده مفید از فاضلاب و آبهای اضافی و یا به عبارتی پس‌آب مصرفی شهرها و صنایع و کشاورزی از گذشته دور در کشورهای مختلف جهان مخصوصاً کشورهای کم‌آب یا کشورهای حساس صنعتی، مورد توجه بوده است و مخاطراتی که آلوده بودن آبهای فاضلاب برای محیط زیست و ساکنین آن به همراه دارد مورد توجه قرار داشته است. معمولاً از فاضلابها به صورت مستقیم و یا غیرمستقیم و به روشهای مختلف استفاده می‌گردد.

فاضلابهای بیمارستانها با آبهای سطحی و زیرزمینی مخلوط می‌شوند. برای فاضلابهای مناطق صنعتی که اغلب دارای فلزات سنگین نظیر سرب، کبالت، نیکل، آهن، مس، کرم، جیوه و آرسنیک می‌باشند، در اکثر مواقع برنامه‌ریزی مناسبی نشده است و سرانجام در مسیر آبهای شهری وارد می‌شوند و شرایط زیست محیطی را دگرگون می‌سازند. فاضلابهای کشاورزی نیز حاوی انواع آفتکش‌های نباتی با مصرف سالیانه حدود ۴۰ هزار تن و انواع کودهای شیمیایی حدود ۲/۵ میلیون تن است که عواقب آن سبب آلودگی خاک و آبهای شیرین و مخاطرات زیست محیطی برای آبزیان و ورود آن به زنجیره حیاتی می‌گردد. به هر صورت امروزه این مسأله مطرح است که با فاضلابهای شهرهای بزرگ، چه کنیم و چگونه از آن استفاده نماییم؟

در این مقاله به تجربیاتی اشاره می‌شود که در سایر کشورهای دنیا، آنرا به مورد اجرا گذاشته‌اند و سرانجام به این سؤال پاسخ داده می‌شود که از سبزیجاتی که با این نوع فاضلابها آبیاری می‌شود، استفاده کنیم یا به واسطه زيانها و یا توسعه بیمارها، از مصرف آن جداً خودداری نماییم؟

استفاده مستقیم از فاضلاب معمولاً در کشاورزی و مرتعداری و جنگلکاری یا حتی به عنوان خنک‌کننده کارخانجات تولید انرژی مورد مصرف دارد. در استفاده غیرمستقیم، از تصفیه آبهای فاضلاب به اشکال، وسایل و تکنیکهای مختلف، با توجه به توجیه اقتصادی مناسب و در نهایت برگرداندن آن به رودخانه‌ها و منابع آب استفاده می‌شود، ولی مسأله هزینه و روشهای تصفیه فاضلاب و هزینه‌های نگهداری سیستم‌های تصفیه، موردی نیست که به آسانی بتوان از آن گذشت و آنرا به سادگی در سطوح وسیع حل کرد.



● **فاضلاب یا پس آب، عبارت از آبی است که برای مصارف مختلف شهری، صنعتی، کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، سپس کیفیت آن نسبت به قبل از مصرف از نظر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تغییر پیدا می‌نماید.**

● **استفاده از فاضلاب برای آبیاری گیاهانی نظیر سبزیجات و میوه‌جاتی که مستقیماً به آشپزخانه آورده می‌شوند و احتمالاً به شکل خام مصرف می‌گردند، به طور کلی توسط کارشناسان بهداشت عمومی منع شده است و سازمانهای بهداشتی باید جداً مراتب را کنترل نمایند.**

● **آنچه از امار و گزارشات استنباط می‌شود، آبهای زیرزمینی شمال تهران آلودگی شدید میکروبی همراه با تغییرات بیش از حد مجاز دارند و در سایر شهرهای بزرگ کشورمان نیز وضع از این بهتر نیست.**

موارد ذیل از آن استفاده می‌کنند.

- ۱ - استفاده‌های عمومی
- تغییر کیفیت فاضلاب و استفاده مجدد برای شرب و سستشو
- یخس فاضلاب و تزریق در چاههای عمیق
- ۲ - آبیاری اراضی کشاورزی و یخس فاضلاب در مراتع و آبیاری جنگلهای در دست کاشت و طبیعی
- ۳ - تأمین آب قابل شرب برای دام و حیات وحش
- ۴ - خنک‌کننده ماشینهای صنعتی و دستگاههای تولیدکننده انرژی

۵ - استفاده در مانسینهای بخار

۶ - تأمین آب مورد مصرف صنایع

- در تولید فلزات

- در تولید کاغذ و مقوا

- در تولید مواد شیمیایی

- در تولید مواد غذایی

۷ - استفاده مستقیم و غیرمستقیم برای

تفرجگاهها، نظیر استخرهای شنا، آبیاری گل و گیاه و فضای سبز

۸ - تأمین آب گرم و سرد برای پرورش ماهی

■ تجربیاتی چند از مصرف فاضلاب در کشورهای مختلف

از فاضلابها بیشتر در مصارف کشاورزی استفاده می‌شود یعنی به منظور آبیاری اراضی و رشد گیاهان، مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. بخشی از این آب، احتمالاً به داخل لایه‌های آبدار زمین نفوذ و به عنوان آب تصفیه شده زیرزمینی، مورد بهره‌برداری واقع می‌شود. گرچه معمولاً هدف اصلی از استفاده فاضلاب تغذیه آبهای زیرزمینی نمی‌باشد، ولی در بعضی نقاط که جنس خاک سنی است، با ورود بعضی انواع میکروبها و موجودات ذره‌بینی، مخاطراتی را به منابع آبهای زیرزمینی وارد می‌کند که با توجه به مطالعات انجام شده، بهترین شکل استفاده از فاضلابها عموماً برای مصارف مستقیم در اراضی کشاورزی است. آبیاری زراعتهایی که توسط این آبها صورت می‌گیرد، قدمت چند صد ساله دارد. در اراضی که کشاورزی با آبیاری فاضلابها صورت می‌گیرد، معمولاً اراضی در طرح و گسترش توسعه شهری می‌یابند و دارای اهمیت ویژه قابل توجهی هستند.

معمولاً اهداف استفاده از آبهای فاضلاب و نگرش به آن، با توجه به صنعتی شدن کشورها و ازدیاد میزان فاضلاب سرانه، از نظر کمی و تغییرات کیفی آن در جهت آلوده‌تر شدن، با ورود ترکیبات جدید صنعتی، این حقیقت مسلم را آشکار می‌کند که مطالعات و پروژه‌هایی که به منظور فوق در کشورهایی که هنوز در این زمینه در ابتدای کار هستند، شروع شود. در مرحله اول این کشورها باید به فکر پایداری و ثبات نسبی میزان فاضلابها از نظر کمی و کیفی باشند و سپس به فکر قانونگذاری جامع در این زمینه بیفتند و همواره برای حفظ ثبات و پایداری وضعیت فاضلابهای موجود در موارد پنج‌گانه زیر بیندیشند.

۱ - ارزیابی فاضلابها و شدت آلودگی و تأثیر رفع آن در محیط

۲ - قابلیت نوع فاضلاب و چگونگی مصرف مجدد آن

۳ - هزینه‌های مورد نیاز

۴ - کسش و توان دستگاه اجرایی

۵ - حجم و اندازه میزان فاضلاب

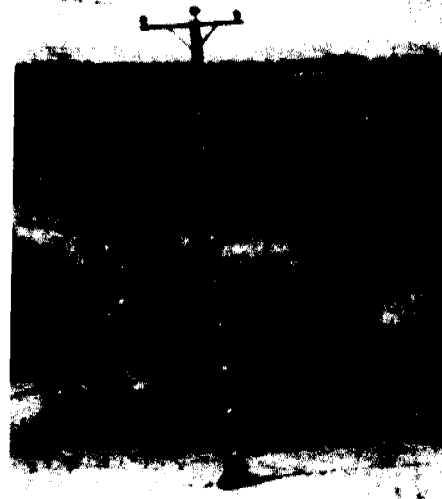
ارزیابی‌های فوق، همواره باید در جهت شناخت و

سپس بهسازی و پاکسازی آبهای آلوده فاضلاب، برای استفاده مجدد از آن با توجه به تکنولوژی قابل دسترس و هزینه‌های مربوط باشد. فاضلاب و آلودگی آب، اساساً تحت دو بخش مجزا، نیازمند قانونگذاری است. مرحله اول قوانین به کاهش آلودگی مربوط می‌شود و مرحله بعد شامل قوانین چگونگی بازسازی استفاده مجدد از آن می‌شود، ناگفته نماند کیفیتهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آبهای فاضلاب، نقش تعیین‌کننده‌ای در مصرف مجدد آن دارد.

بهرحال اولین هدف از مطالعات مربوط به فاضلابها، به ارزیابی و تعیین تکنولوژی مورد نیاز برای پالایش چه به صورت استفاده مستقیم و چه به صورت استفاده غیرمستقیم بستگی دارد. دومین هدف مؤثر چگونگی وضعیت و تشکیل مجدد فاضلاب است.

■ تنوع استفاده از فاضلاب

همان طوری که اشاره شد، استفاده از فاضلاب از گذشته مورد نظر بوده است و در بعضی کشورها، مانند: فرانسه، آمریکا، لهستان، هندوستان، چین، ژاپن، در



● **تحقیقات انجام شده، مؤید این است که درخت اکالیپتوس (Eucalyptus Camaldulensis) در شرایط آبیاری با فاضلابهای شهری بهترین رشد و تولید را داشته و آمار کندی یا توقف رشد در آن دیده نشده است.**

● **فاضلابهای کشاورزی نیز حاوی انواع آفتکشهای نباتی با مصرف سالیانه حدود ۴۰ هزار تن و انواع کودهای شیمیایی حدود ۲/۵ میلیون تن است که عواقب آن سبب آلودگی خاک و آبهای شیرین و مخاطرات زیست محیطی برای آبزیان و ورود آن به زنجیره حیاتی می‌گردد.**

● **انواع گیاهان و سبزیجاتی که به طریق خام مصرف می‌شوند و با فاضلاب آبیاری شده‌اند نباید در آشپزخانه منزل آورده شوند و قبل از رعایت نکات بهداشتی مورد استفاده قرار گیرند.**

در حومه برخی از شهرها، استفاده از بخشی از فاضلابها جهت آبیاری اراضی به صورت ابتدایی هنوز ادامه دارد. در اطراف شهر پاریس (فرانسه)، در اکثر مناطق زراعت با استفاده از آب فاضلابها انجام می‌شود. این نواحی بین دهه‌های ۱۹۲۰ تا ۱۸۹۰ توسعه چشمگیری داشته‌اند. در مجموع میزان تولید جریان فاضلابها از آن زمان تا کنون، چندین برابر افزایش داشته است و اکثراً فاضلابها با گیاهان بیولوژیکی تصفیه و به رودخانه سن (Sene) بازگردانده می‌شوند.

شهر برسلان (Breslan) Wroclaw در کشور لهستان دارای کشاورزی با استفاده از آب فاضلاب با قدمت صد ساله می‌باشد که بعد از ۶ ساعت ته‌نشینی مواد آلوده فاضلاب در استخرهای تصفیه، به منظور آبیاری مراتع، شرب گله‌ها و گاوهای شیری و رشد علوفه و درختان استفاده می‌شوند.

در سرتاسر مناطق گرم و خشک و نیمه خشک جهان از فاضلابها جهت آبیاری اراضی کشاورزی استفاده می‌شود. آبیاری با فاضلاب در سواحل جنوبی مدیترانه، در جنوب غربی آمریکا، آمریکای جنوبی، استرالیا و هندوستان امری معمول و مرسوم است. چین و دیگر کشورهای خاور دور، تاریخچه‌ای طولانی در زمینه استفاده از فضولات انسانی و فاضلاب در کشاورزی دارند کم و بیش در کشور ما نیز در استان اصفهان و بعضی شهرها از فضولات انسانی و فاضلاب استفاده می‌شود.

عمل جمع‌آوری فاضلابها و فضولات انسانی و استفاده از آن، حتی در شهرهای بسیار توسعه یافته دنیا، نظر توكيو ادامه دارد. ناگفته نماند فقط بخشی از شهر توكيو دارای فاضلابهای صنعتی است که این فاضلابها به دریا تخلیه می‌شوند و مخاطرات عدیده‌ای به محیط زیست آبریان وارد می‌کنند.

بهترین روش آبیاری اراضی کشاورزی با استفاده از فاضلابها به شکلی مدرن در میسگان ایالات متحده آمریکا به کار می‌رود، این منطقه ماسکگون "Maskegon" نام دارد. این پروژه نه تنها برای تصفیه فاضلابها، بلکه برای اصلاح آنها با چرخش و گرداندن آن در اراضی کشاورزی شروع می‌شود و جهت دفع آلودگی‌های آن برنامه‌ریزی دقیق تدوین

شده است، به طوری که در دریاچه‌های مجاور، هیچ‌گونه نفوذ از فاضلاب و آبهای آلوده دیده نمی‌شود. پروژه ماسکگون برای ۱۶۰ هزار نفر از ساکنان، آبی بدون آلودگی تهیه و سرانجام به یک کارخانه کاغذسازی منتهی می‌گردد. در این پروژه برای ۲۲۰۰ هکتار از زمینهایی که برای کاشت ذرت مورد کشت قرار می‌گیرد آبیاری با فاضلاب در نظر گرفته شده است، به منظور ضدعفونی کردن فاضلاب، یک تصفیه خانه بیولوژیکی وسیع، شامل: استخرهای اکسیداسیون قبل از کلرزدایی ساخته شده است. پروژه فوق، چنین پیش‌بینی نموده است که انواع گیاهان و سبزیجاتی که به طریق خام مصرف می‌شوند و با فاضلاب آبیاری شده‌اند نباید در آشپزخانه منزل آورده شوند و قبل از رعایت نکات بهداشتی مورد استفاده قرار گیرند. بنابراین، روش و میزان تصفیه مورد نیاز جهت حفظ سلامت عموم مردم متفاوت است. بخش اعظم فاضلابها و آبهای آلوده تصفیه شده در مصارف کشاورزی، کاربرد دارد، همانند استفاده برای مراتع چمنی و علوفه زارهای طبیعی و برای کشت حبوباتی که قبل از مصرف پخته می‌شوند. کتان نیز از گیاهانی است که در شرایط آبیاری با آب فاضلابها بخوبی مقاومت و رشد می‌نماید. و به طور معمول به عنوان گیاه سبزی مورد استفاده خوراکی نمی‌باشد. اگرچه روغن کتان در ساخت روغنهای خوراکی استفاده می‌شود ولی آلودگی در دانه آن مشاهده نشده است.

عفونت و آلودگی‌های ناشی از مصرف فاضلابهایی که به منظور آبیاری مراتع چمنی و کتان مورد توجه می‌باشند، برای حیوانات مخاطرات زیادی در برنندارد و فقط برای کارگرانی که در مزارع کار می‌کنند و بعد از تماس با این محصولات و یا قبل از خوردن غذا، آشامیدن و یا استعمال دخانیات، به خود زحمت نمی‌دهند که دستهایشان را با دقت بشویند، ایجاد مخاطرات بهداشتی می‌نماید. این مورد دقیقاً بررسی و تحقیق شده که بخش فاضلابها در هوا نیز باعث انتقال بیماری می‌شود، اما تجربه Kibbatzim در اورشلیم مؤید این مطلب است که انتقال بیماری از طریق فاضلاب از تماس شخصی به شخص دیگر نیز ناشی شده و موارد متعدد در این زمینه مشاهده گردیده است. لذا استفاده از فاضلاب، رعایت اصول ویژه

بهداشتی را می‌طلبد.

استفاده از فاضلاب برای آبیاری گیاهانی نظیر سبزیجات و میوه‌جاتی که مستقیماً به آشپزخانه آورده می‌شوند و احتمالاً به شکل خام مصرف می‌گردند، به طور کلی توسط کارشناسان بهداشت عمومی منع شده است و سازمانهای بهداشتی باید جداً مراتب را کنترل نمایند.

در نواحی بیابانی و صحاری که میزان آب محدود است، فاضلابها با داشتن مواد مغذی جهت رشد و تولید محصولات کشاورزی، دارای ارزش فراوانی هستند. در کالیفرنیا جنوبی، فاضلابهایی که تصفیه بیولوژیکی و ضدعفونی شده‌اند، برای چمن زارهای طبیعی و توسعه آبیاری مراتع عمومی مورد استفاده قرار می‌گیرند، مشروط بر آنکه آبیاری توسط کارگران مجرب آموزش دیده شهرداری انجام شود، مالک یک خانه یا مزرعه کوچک، مجاز به استفاده از فاضلاب برای آبیاری نمی‌باشد.

لازم است مأموران بهداشت، فاضلابها را قبل از استفاده برای آبیاری بازبینی نمایند. همچنین، ضروری است که اصلاحات بیولوژیکی مفیدی انجام گیرد و گاهی قبل از ضدعفونی تصفیه شود. ضدعفونی معمولاً با مواد خام نظیر کلر، ازون و دیگر مواد ضدعفونی کننده بعمل می‌آید.

در کشور هندوستان نیز تجربیاتی در زمینه استفاده از فاضلاب برای آبیاری درختان گرمسیری مختلف انجام شده است، حتی فاضلابها را در روی شیبها و تراس‌ها یا اراضی شیبدار احداثی هدایت کرده و گیاهان مختلف را آزمایش نموده‌اند. تحقیقات انجام شده، مؤید این است که درخت اکالیپتوس (*Eucalyptus Camaldulensis*) در شرایط آبیاری با فاضلابهای شهری بهترین رشد و تولید را داشته و آمار کندی یا توقف رشد در آن دیده نشده است.

تحقیقات انجام شده در ایالت هاوایی ایالات متحده آمریکا از سال ۱۲۷۱ تا ۱۲۷۸ حاکی از استفاده از فاضلابهای شهری است که به مصرف تولید محصولات کشاورزی و احیاء و توسعه مراتع چمنی رسیده است. از سال ۱۹۷۱ مطالعات و مربوط به استفاده از فاضلابهای شهری برای آبیاری نیشکر (*sugar cane*) و مراتع چمنی (*grass land*) شروع

سطحی کم نکرده و موجب مخاطرات و تغییرات فیزیکی خاک نیز نشده است.

نتیجه

با توجه به وسعت روزافزون شهرها و تمرکز جمعیت، همواره مقدار تولید فاضلاب رو به فزونی و در برخی شهرهای بزرگ دبی فاضلاب به دهها متر مکعب در ثانیه می‌رسد. اگر به فکر راه حل مناسب و خوبی برای بلندمدت نباشیم، دیری نخواهد پایید که فاضلابها با آلوده نمودن منابع آب، خاک و هوا مشکل آفرین خواهند شد. ماحصل این مقاله و مطالعات انجام شده، مؤید اهمیت ساده‌ترین و ارزاترین روش هدایت این فاضلابها در استخرهای ته‌نشین کننده و استفاده از این نوع آبها به منظور توسعه فضای سبز اطراف شهرها نظیر ایجاد جنگلهای مصنوعی و علوفه‌زارها می‌باشد و به طور کلی آبیاری با فاضلاب برای تولید سبزیجات آشپزخانه‌ای و انواع گیاهانی که دارای غده هستند یا به صورت خام مصرف می‌شوند، منع گردیده است. هیچ یک از کشورهای مورد نظر که در زمینه استفاده از فاضلاب کار می‌کنند موارد فوق را توصیه ننموده‌اند.

منابع:

J.D. Rhoades and Leon Bernstein.
chemical & Physical and Biological.
characteristics of Irrigation and soil/ Water,
1981 , U.S.A

● بخش اعظم فاضلابها و آبهای آلوده تصفیه شده در مصارف کشاورزی، کاربرد دارد، همانند استفاده برای مراتع چمنی و علوفه زارهای طبیعی و برای کشت حبوباتی که قبل از مصرف پخته می‌شوند. کتان نیز از گیاهانی است که در شرایط آبیاری با آب فاضلابها بخوبی مقاومت و رشد می‌نماید.

● استفاده مستقیم از فاضلاب معمولاً در کشاورزی و مرتعداری و جنگلکاری یا حتی به عنوان خنک‌کننده کارخانجات تولید انرژی مورد مصرف دارد.

گردید. در این کار سازمان بهداشت منطقه‌ای، بعنوان ناظر، مراحل تحقیق را پیگیری می‌نماید. اهداف اولیه پروژه، عبارت از ملاحظه میزان آلودگی آبهای زیرزمینی در اثر آبیاری اراضی، توسط فاضلابها و میزان تاثیر بر محصول نیشکر بود. در این تحقیق خاک و وضعیت آبیاری مورد تحلیل واقع شد و کیفیت فاضلاب نیز مورد تجزیه قرار گرفت و میزان محصول تولید شده نیز اندازه گیری شد.

نظریه عمومی بر این بود که پارامترهای شیمیایی منفی این آبهای آلوده، پس از آبیاری نسبت به میزان حساسیت گیاهان، پایین‌تر از مقدار ماکزیمم بود. تمرکز آفت‌کشها و فلزات سنگین داخل فاضلاب، در اندام گیاهان نیز در حد پایین قرار داشت. در این تحقیقات از فاضلابهای شهری برای آبیاری گیاه برموداگراس (*Cynodon dactylon*) استفاده شد که میزان تولید و مقاومت این گیاه فوق‌العاده مناسب بود. آبیاری با فاضلاب به آبهای زیرزمینی نیز وارد نشده و با توجه به آبیاری با فاضلاب، زهکشی در خاکهای سنگین سیلیسی و کلی لوم بخوبی انجام گرفته و قدرت نفوذ آب و رطوبت را پس از چند سال در خاک

