

# نهر فیروزآباد

آیا می‌توان از آن به عنوان یک منبع آب برای آبیاری نام برد؟



مسعود تجریشی

استادیار دانشکده مهندسی عمران

دانشگاه صنعتی شریف

نهر فیروزآباد که مهمترین کانال انتقال فاضلابهای سطحی منطقه مرکزی تهران است، در سالهای اخیر به عنوان یکی از منابع تأمین‌کننده آب کشاورزی منطقه جنوب شهر تهران مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است. کشاورزان این مناطق از این فاضلاب برای آبیاری سبزیجات و صیفی‌جات استفاده می‌نمایند. این استفاده باعث تهدید بهداشت ساکنان تهران، کرج و ورامین می‌شود. از همین روی نیز سازمان بهداشت جهانی در سال ۱۳۵۲ و سازمان بازرسی کل کشور در سال ۱۳۶۸ استفاده از این فاضلاب را به علت آلودگی شدید ممنوع اعلام کردند.

در این مقاله ضمن ارایه میزان فاضلاب در نهر فیروزآباد و تاریخچه حقوقی منع استفاده از این نهر، کیفیت آب نهر فیروزآباد در طی سالهای ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۵ مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج و تحلیل این بررسیها نشان دهنده روند بهبود کیفیت آب نهر به علت خارج نمودن کارگاهها و کارخانه‌های مختلف از درون محدوده شهری است. با توجه به کاهش فلزهای سنگین در این نهر و بالا بودن مواد مغذی و شوری آن در حد مناسب، می‌توان از آب درون این نهر به عنوان یک منبع آب برای آبیاری محصولات زراعی استفاده نمود.

## مقدمه

شهر تهران با جمعیتی بیش از ۷ میلیون نفر به عنوان یکی از بزرگترین شهرهای جهان فاقد سیستم کانالیزه دفع فاضلاب است. در این شهر دفع فاضلاب عمدتاً از طریق تخلیه در چاههای نفوذی انجام می‌گیرد. از سال ۱۳۴۵ که مصرف آب شرب سالیانه ۹۸ میلیون مترمکعب بود، میزان آب مصرفی مردم شهر تهران به مرور افزایش یافته و به ۸۶۰ میلیون متر مکعب در سال ۱۳۷۶ رسیده است. تقریباً ۸۰ درصد از آبهای مصرفی (روزانه ۷۰۰ میلیون متر مکعب فاضلاب) از طریق چاههای جاذب سنتی به منابع زیرزمینی تخلیه می‌شود. این امر موجب بالا آمدن سطح آب و آلودگی آبهای زیرزمینی، آلودگی آب مسیلهها، اراضی و محصولات کشاورزی در جنوب تهران شده است.<sup>[۱]</sup>

هم‌اکنون آن بخش از فاضلابهای شهری و صنعتی که به نحوی به کانال‌ها و مسیلههای تهران تخلیه می‌شوند مورد استفاده بسیاری از کشاورزان جنوب شهر قرار می‌گیرد. کشاورزان این مناطق از این فاضلابها برای آبیاری سبزیجات و صیفی‌جات استفاده می‌نمایند. این استفاده احتمالاً باعث تهدید بهداشت و سلامت ساکنان تهران، کرج و ورامین شده است.<sup>[۲]</sup>

## نهر فیروزآباد

نهر فیروزآباد در سالهای اخیر به عنوان یکی از منابع تأمین‌کننده آب کشاورزی منطقه جنوب شهر ری مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است. این نهر مهمترین کانال انتقال فاضلابهای سطحی منطقه مرکزی و جنوب

شده و از طریق مدفوع وارد فاضلاب شده و با مصرف مواد غذایی آلوده مجدداً وارد معده و روده انسان می‌شود. همچنین، استفاده از آب این نهر به منظور شستشوی ظروف، غذا، لباس و استحمام توسط اهالی مکرراً دیده شده که این امر خطرهای جبران‌ناپذیری برای جامعه شهری در برخواهد داشت.

### تاریخچه حقوقی منع استفاده از نهر فیروزآباد

در اواخر سال ۱۳۶۷، معاونت امور بهداشتی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی به دنبال اعلام آلودگی شیمیایی سبزیجات جنوب تهران و به موجب بند ۵ نامه شماره ۱۴۱۳۷ مورخ ۱۳۶۷/۱۱/۲۰ صراحتاً اعلام می‌دارد که استفاده از فاضلاب خام برای آبیاری کشاورزی و صیفی‌جات که به‌طور خام مصرف می‌شوند مجاز نیست. و بعد از این اعلام، در جلسه‌ای که در سازمان بازرسی کل کشور باحضور کلیه مسؤولان و نمایندگان سازمانها و نهادهای دست‌اندرکار در این امر از جمله استاندار تهران تشکیل شد، بعد از بحث و تبادل نظر فراوان در خاتمه جلسه کلیه شرکت‌کنندگان استفاده از فاضلاب خام در مزارع جنوب تهران را نامناسب تشخیص داده و ممنوع اعلام کردند.<sup>[۲]</sup>

### جریان فاضلاب در نهر فیروزآباد

جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران<sup>[۴]</sup> برای بررسی میزان دبی، جریان روزانه از نهر مذکور را در طول یک سال نمونه‌برداری نموده که نتایج آن در جدول شماره ۱ آمده است.

مطابق این بررسی، سالانه مقدار ۲۱۰ میلیون متر مکعب فاضلاب در نهر فیروزآباد جریان دارد که عمدتاً آبهای سطحی بخش وسیعی از تهران را تشکیل می‌دهند. این مقدار معادل حجم فاضلاب تولید شده برای جمعیت شهری معادل ۲/۸ میلیون نفر است.

### کیفیت آب نهر فیروزآباد

نتایج بررسی مطالعات تصفیه‌پذیری فاضلاب نهر فیروزآباد که توسط مهندسان مشاور<sup>[۵]</sup> انجام گرفته به همراه نتایج مطالعات طرح واحد نمونه

جدول ۱ - مقدار جریان در ایستگاه فیروزآباد (۱۳۶۶).

فصل	میانگین جریان روزانه (m <sup>3</sup> /sec)	حجم جریان (میلیون متر مکعب)
بهار	۶/۹۷	۵۴/۵
تابستان	۶/۴۷	۵۱/۵
پاییز	۶/۶۲	۵۱/۵
زمستان	۶/۷۸	۵۲/۶

تهران است. فاضلاب محدوده وسیعی از شهر واقع در غرب حوزه رودخانه سرخه‌حصار و در شرق حوزه رودخانه کن توسط این نهر زهکشی می‌شود. این نهر پس از طی مسافتی در حدود ۲۵ کیلومتر از داخل محدوده شهر تهران در امتداد شمال به جنوب به اراضی کشاورزی جنوب شرقی تهران وارد شده و آب آن به مصرف آبیاری حدود ۷۲۰۰ هکتار اراضی کشاورزی می‌رسد.<sup>[۳]</sup>

از آنجایی که قسمت وسیعی از حوضه آبریز این نهر سطح شهر تهران است، از این رو، بخش عمده جریان این نهر را آبهای سطحی شهر تهران و فاضلاب کارخانه‌های مختلف، کارگاهها و فاضلابهای خانگی تشکیل می‌دهد. طبق مطالعات انجام شده، آلودگیهای میکروبی و انگلی به علت ورود فاضلابهای خانگی و آلودگی شیمیایی ناشی از تخلیه فاضلابهای صنعتی در آب جاری این نهر قابل ملاحظه است.<sup>[۵و۴]</sup>

مطالعات سازمان بهداشت جهانی (WHO) در خصوص وضعیت بهداشتی شهر تهران نشان می‌دهد که با توجه به وجود سیستم نسبتاً بهداشتی توزیع آب آشامیدنی در تهران، کرج و شهر ری، وجود بیماریهای انگلی و روده‌ای و بیماریهای اسهالی می‌تواند ناشی از بکارگیری روشهای غیر بهداشتی دفع فاضلاب باشد.<sup>[۸و۷و۶]</sup>

نزدیکی ناحیه کشاورزی جنوب تهران به بزرگترین بازار مصرف تولیدات زراعی، موجب تأثیرپذیری الگوی کشاورزی منطقه شده و زارعان ناحیه به خاطر کسب درآمد نقدی بیشتر رغبت به تولید محصولاتی را دارند که با سهولت بیشتری در بازار مصرف شهرهای اطراف قابل فروش باشد. بدین لحاظ هر چند عده‌ای از کشاورزان حومه جنوبی تهران به کشت محصولات اصلی نظیر گندم، جو، یونجه و یا گیاهان صنعتی مانند چغندر قند و پنبه مبادرت می‌نمایند، با این حال به سبب نزدیکی به بازار مصرف و نیز کسب درآمد بیشتر، حدود ۱۲۰۰ هکتار از اراضی فوق زیرکشت انواع سبزیجات است؛ به گونه‌ای که یکی از قطبهای تولید سبزی برای مصرف شهر تهران و کرج همین ناحیه کشاورزی دشت جنوب تهران است.<sup>[۳و۲]</sup>

آبیاری سبزیجات در اراضی حاشیه نهر فیروزآباد با روش غرقابی کرتی صورت می‌گیرد و آب مستقیماً با ساقه گیاه در تماس است و حتی در خیلی موارد تمام بوته در زیر فاضلاب غرق می‌شود. با توجه به وجود عناصر شیمیایی (از قبیل فلزهای سنگین) و میکروبی (باکتری و انواع قارچها و حتی کرمها) متنوع در فاضلابها، ورود عناصر مضر در نسوج گیاهی بسیار محتمل است.<sup>[۹]</sup> غالباً سبزیجات تنها با شستشوی ساده با آب و بدون ضد عفونی و در مواردی با محلولهای پرکلرین بصورت خام مصرف می‌شود. این امر باعث شیوع بیماری انگلی ژیاودیازیس و کرم آسکاریس - که معمولاً توسط محلولهای پرکلرین از بین نمی‌روند -

جدول ۲- کیفیت فاضلاب نهر فیروزآباد<sup>۱</sup>

پارامتر <sup>۲</sup>	میانگین	مقادیر مشاهده شده <sup>۳</sup>	حد مجاز برای آبیاری <sup>۴</sup>
BOD <sub>5</sub>	۲۲۰	۴۰-۷۴۰	۳۰
COD	۳۲۰	۷۰-۸۴۰	-
TSS	۳۸۰	۴۰-۱۱۰۰	۳۰
آهن	۷/۷	۱-۷۱	۵
کرم	۰/۳	۰/۰۲-۱/۵	۰/۱
روی	۱/۲	۰/۰۶-۱۳	۲
آلومینوم	۱/۳	۰/۱۲-۴/۵	۵
مس	۰/۱	۰/۰۴-۰/۱	۰/۲
سرب	۰/۱	۰/۰۴-۰/۳	۵
کبالت	۰/۰۴	۰-۰/۰۷	۰/۰۵
نیکل	۰/۰۷	۰/۰۳-۰/۱۱	۰/۲
کادمیم	۰/۰۱	۰-۰/۰۴	۰/۰۱
pH	۷/۱	۶/۸-۷/۴	۶-۹
TDS	۵۹۰	۳۰۰-۱۰۰۰	۵۰۰-۲۰۰۰
تعداد کالیفرم باکتری	۱۰۷	۱۰۶-۱۰۹	<۱۰۰۰

۱- براساس آزمایشهای انجام شده بر روی نهر فیروزآباد بین سالهای ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۱.  
 ۲- برحسب میلی گرم درلیتر، غیر از pH و تعداد کالیفرم باکتری در صد میلی لیتر است.  
 ۳- این محدوده براساس تعداد هر پارامتر، مجموعاً حدود ۴۰ الی ۸۰ مورد نمونه است.  
 ۴- حد مجاز برای آبیاری کشاورزی با شرایط جنوب تهران، براساس گزارش سازمان محیط زیست امریکا ۱۹۸۴، [۱۰].

می رفت که کیفیت آب این نهر از لحاظ کیفیت عناصر شیمیایی رو به بهبود رفته باشد. از این رو از اوایل سال ۱۳۷۵، با همکاری سازمان کشاورزی استان تهران و دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف، مطالعه دوباره ای به صورت گسترده بر روی کیفیت آب این نهر به مدت یکسال صورت پذیرفت. نتایج و تحلیل این بررسیها روند بهبود کیفیت را نشان داده و بیانگر کیفیت شیمیایی یک فاضلاب ضعیف است.

## آیا کیفیت فاضلاب عبوری از نهر فیروزآباد برای استفاده مجدد در کشاورزی مناسب است؟

### ۱- فلزهای سنگین

یکی از شاخصهای مناسب بودن فاضلاب عبوری از نهر فیروزآباد به منظور آبیاری محصولات کشاورزی، میزان غلظت فلزهای سنگین آن است. بدین منظور با استفاده از مطالعاتی که توسط محققان صورت گرفته، حد مجاز برای آبیاری محصولات کشاورزی براساس استفاده طولانی مدت (بیش از ۲۰ سال) برای بعضی از کشورهای پیشرفته در آمده است، هیچگونه محدودیتی در استفاده از این فاضلاب (بدون تصفیه) برای آبیاری محصولات زراعی مخصوصاً سبزیجات و صیفی جات وجود ندارد. (جدول ۳)

جدول ۳- کیفیت فعلی فاضلاب نهر فیروزآباد<sup>۱</sup>

پارامتر <sup>۲</sup>	میانگین	مقادیر مشاهده شده	حد مجاز برای آبیاری <sup>۳</sup>
آهن	۲/۳۵	۱/۶۱-۲/۹۶	۵
کرم	۰/۰۳۰	۰/۰۱۴-۰/۰۵۸	۰/۱۰
روی	۰/۲۴۰	۰/۰۸۰-۰/۰۵۴۰	۲
مس	۰/۰۲۹	۰/۰۲۱-۰/۰۴۴	۰/۲۰
سرب	۰/۰۲۷	۰-۰/۰۵۰	۰-۰/۰۵۰
کبالت	۰/۰۰۳	۰-۰/۰۰۹	۰/۰۵۰
نیکل	۰/۰۱۷	۰/۰۱۲-۰/۰۲۱	۰/۲۰
کادمیوم	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۰-۰/۰۰۲۰	۰/۰۱۰۰
آرسنیک	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۴-۰/۰۰۱۲	۰/۱۰۰۰
جیوه	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۴-۰/۰۰۱۳	۴
منگنز	۰/۰۹۶	۰/۰۸-۰/۱۲	۰/۲

۱- طی سال ۱۳۷۵ (نمونه برداری ماهانه).

۲- برحسب میلی گرم در لیتر.

۳- حد مجاز برای آبیاری کشاورزی با شرایط جنوب تهران (۱۱ و ۱۳).

۴- توصیه ای برای آن نشده است. برای شرب حداکثر مجاز ۰/۰۰۲۰ میلی گرم در لیتر پیشنهاد شده است.

اداره کل کشاورزی استان تهران<sup>[۱۱]</sup> و گزارش مطالعات مرحله اول بررسی استفاده از فاضلابهای جنوب تهران در کشاورزی<sup>[۴]</sup> در جدول شماره ۲ نشان داده شده است (۱۳۶۵-۱۳۷۱).

همانگونه که از نتایج این بررسیها استنباط می شود فاضلاب نهر فیروزآباد دارای محدودیتهای شیمیایی و بهداشتی برای استفاده مجدد در کشاورزی است. اگرچه مقدار نمک محلول در فاضلاب در حد مجاز قرار دارد و هیچگونه محدودیتی در استفاده کشاورزی ایجاد نمی نماید، ولی وجود فلزهای سنگین از جمله آهن، کرم و کادمیوم در این نهر و میزان بالای مواد آلی و اکسیژن مورد نیاز به منظور تجزیه بیوشیمیایی (BOD<sub>5</sub>) و همچنین تعداد زیاد باکتری، محدودیتهای بهداشتی در استفاده مجدد از این نهر را به منظور آبیاری محصولات کشاورزی مخصوصاً سبزیجات و صیفی جات فراهم می آورد.

بررسیهای متعددی در مورد تراکم بعضی از این عناصر در سبزیجات منطقه در طی این دوره انجام گرفته که حکایت از غلظت و تمرکز این عناصر در سطحی بالاتر از حد مجاز می نماید. [۱۲، ۹]

در طی سالهای اخیر با توجه به تعطیلی کارگاههای صنعتی داخل شهر و انتقال صنایع مزاحم و آلوده ساز به بیرون از محدوده شهری، انتظار

## ۲- مواد مغذی

غیر از ارزش اقتصادی نهر فیروزآباد به عنوان یک منبع آب به منظور آبیاری محصولات کشاورزی، مواد مغذی داخل آن نیز به عنوان کود دارای ارزش اقتصادی است. با توجه به غلظت نیتروژن (N)، فسفر (P) و پتاسیم (K) موجود در فاضلاب جاری در این نهر (جدول شماره ۴) و با فرض آنکه سالانه ۱۰ هزار مترمکعب در هر هکتار از آب آن برای آبیاری محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد، مقدار کودی که به این زمینها با ضابطه استفاده از این فاضلابها به زمین داده می شود به قرار زیر است:

نیتروژن (N)	۶۰ kg	در هر هکتار در سال
فسفر (P)	۱۰ "	"
پتاسیم (K)	۸۰ "	"

استفاده از این فاضلاب برای آبیاری محصولات کشاورزی که در منطقه به عنوان کشت غالب مطرح هستند، تقریباً تمامی نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد نیاز این گیاهان زراعی را تأمین نموده، اضافه بر آن باعث افزایش مواد آلی خاکهای کشاورزی و حاصلخیزی آنان خواهد شد. [۱۴]

## ۳- شوری

اضافه بر مواد مغذی (کود)، نمک نیز در فاضلابها به چشم می خورد.

## ۴- بهداشتی

بنا به پیشنهاد سازمان بهداشت جهانی (WHO) برای استفاده از پساب

کیفیت فاضلاب نهر فیروزآباد، یعنی شوری ( $EC_w$ ) و قلیایی بودن آن (SAR) بر عملکرد گیاهان زراعی و سرعت نفوذپذیری آب در خاک اثر گذاشته و در صورت عدم مدیریت صحیح بهره برداری بهینه از این منبع آب جدید، می توان انتظار شور شدن زمینها، کاهش عملکرد یا عدم رشد گیاهان و دیگر اثرهای سوء زیست محیطی را داشت. نتایج اندازه گیریها در مقایسه با معیارهای رایج [۱۵] نشان می دهد که با توجه به مقادیر مشاهده شده TDS و EC، فاضلاب نهر فیروزآباد قابل استفاده برای آبیاری تمامی محصولات نیمه مقاوم به شوری است. برای گیاهانی که نسبت به شوری حساس هستند، با مقدار آبتشویی مناسب، هنوز از این فاضلاب برای آبیاری می توان استفاده نمود. [۱۶]

از لحاظ قابلیت ورود آب به خاک و نفوذپذیری، استفاده از فاضلاب نهر فیروزآباد محدودیتی ندارد. در این خصوص، مدیریت مناسب بهره برداری از زمین (الگوی کشت و زهکشی مناسب) و سیستم مناسب برای آبیاری در استفاده از این منبع آبی برای طولانی مدت بسیار مهم است. از لحاظ مسمومیت یونی (بر و کلراید) و اسیدیته (pH) نیز استفاده از فاضلاب نهر فیروزآباد با محدودیت خاصی مواجه نیست (جدول ۵).

جدول ۴ - مواد مغذی موجود در نهر فیروزآباد

محدوده مشاهده ای	اندازه گیری فعلی <sup>۳</sup>		محدوده مشاهده ای	مطالعات قبلی <sup>۲</sup>		پارامتر <sup>۱</sup>
	میانگین	تعداد مشاهدات		میانگین	تعداد مشاهدات	
۰-۲۱	۲/۸	۱۷	۰/۲-۹/۲	۳/۵	۱۶	آمونیاک
۰/۸-۴/۷	۲/۵	۱۷	۰/۱۱-۲/۵	۱/۱	۱۶	نیترات
۰/۶-۳/۵	۱/۱	۸	۵/۸-۲۴	۱۲/۳	۱۶	ازت آلی
۴-۹/۶	۶	۸	۴/۶-۳۸/۶	۱۶/۷	۴۴	ازت کل
۰-۱/۷	۱	۱۷	۱/۲۱	۴/۳	۵۰	فسفر کل
۸-۸	۸	۵	-	-	-	پتاسیم

۱- برحسب میلی گرم در لیتر.

۲- نتایج آزمایشها بین سالهای ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۱.

۳- نتایج آزمایشها در سالهای ۱۳۷۵.

جدول ۵ - کیفیت فاضلاب نهر فیروزآباد از بُعد آبیاری

پارامتر	مطالعات قبلی			اندازه گیری فعلی	
	تعداد مشاهدات	میانگین	محدوده مشاهدات	تعداد مشاهدات	میانگین
pH				۲۱	۷/۷
مواد جامد محلول (TDS)	۱۶	۵۹۰	۳۲۴-۹۷۰	۲۰	۹۷۱
کلرور ( $Cl^-$ )	۱۶	۶/۸	۳/۵-۱۹/۴	۵	۱۰
هدایت الکتریکی (EC)				۱۵	۱/۶
سدیم (Na)				۵	۱۹
بر (B)				۲	۰/۱
SAR				۱۶	۹/۴
adj SAR				۱۶	۱۳

فاضلاب در آبیاری محصولات کشاورزی که به مصرف خام نمی‌رسد، معیار یک تخم انگل در هر لیتر پیشنهاد شده است. [۱۷] در صورتی که این فاضلاب به مصرف آبیاری صیفی جات برسد، معیار کالیفرم‌های مدفوعی کمتر از ۱۰۰۰ در هر یکصد میلی‌لیتر فاضلاب نیز باید رعایت گردد. در اراضی جنوب تهران که کشاورزان به کشت محصولات اصلی مانند گندم، یونجه، جو یا گیاهان صنعتی مانند پنبه و چغندر قند مبادرت می‌ورزند، معیار یک تخم انگل کافی است. اما حدود ۱۲۰۰ هکتار از اراضی فوق زیر کشت صیفی جات است که هر دو معیار با کتری و تخم انگل باید مورد استفاده قرار گیرد.

نتایج بررسی‌های میکروبی، تعداد کلیفرم‌های مدفوعی در فاضلاب نهر فیروزآباد را بین ۱۰۱۰-۱۰۷ با کتری در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر نشان می‌دهند. همچنین، در ۴۰ درصد مواقع تعداد نامتودهای روده‌ای بیش از یک عدد در لیتر مشاهده شده‌اند. بنابراین، در حال حاضر از لحاظ بهداشتی استفاده از فاضلاب نهر فیروزآباد برای آبیاری محصولات کشاورزی محدودیت دارد.

## برای تصفیه فاضلاب نهر فیروزآباد باید چه سیستمی پیشنهاد گردد؟

با توجه به گستردگی طرح جامع فاضلاب تهران، به نظر می‌رسد که این طرح و پیشنهاد‌های مهندسان مشاور، تمام گزینه‌های لازم را دربر نمی‌گیرد و با این تصویر، می‌توان پیش‌بینی کرد که تصفیه‌خانه‌های موجود و در دست مطالعه و اجرا، تا ۱۰ سال آینده حدود ۲۳ درصد فاضلاب شهری تهران را دربر می‌گیرند. [۱۸]

با مطالعه نقشه ارزیابی منابع و قابلیت اراضی استان تهران [۱۹]، در منطقه جنوب و جنوب غربی تهران حدوداً ۱۵۰ هزار هکتار اراضی کشاورزی وجود دارد. از این مقدار ۱۹ هزار هکتار در حال حاضر از طریق گندم‌کاری، یونجه‌کاری و صیفی جات زیر کشت هستند. ۱۳ هزار هکتار از اراضی کشاورزی به علت کمبود آب غیر قابل کشاورزی است. در جنوب غربی به طرف رباط کریم و فشافویه وضع به همین صورت است. پایین رفتن آب زیرزمینی دشت کرج و شهریار به علت کاهش جریان آب رودخانه کرج، آثار مستقیمی بر روی سفره آب زیرزمینی دشت هشتگرد داشته است. زندگی روستایی در این مناطق با ارزش کشاورزی کاملاً تحت تأثیر کمبود آب قرار گرفته و در نتیجه بسیاری از روستاهای منطقه به علت عدم دسترسی به آب کشاورزی، تخلیه شده و روستاییان به سمت تهران مهاجرت نموده‌اند. اراضی این

مناطق دارای قابلیت بسیار خوبی برای زراعت آبی و باغات هستند. با توجه به این مطالب و نظر به بالابردن سطح بهداشت محیط زیست شهری به منظور کاهش و جلوگیری از شیوع انواع بیماری‌های انگلی و میکروبی و توسعه و احیاء دوباره کشاورزی و دامداری دشتهای جنوب تهران به عنوان اهداف جدید از مطالعه و اجرای فاضلاب شهر تهران تصفیه فاضلاب نهر فیروزآباد توسط برکه‌های تثبیت به عنوان یک گزینه مطلوب فنی-اقتصادی و بهداشتی با در نظر گرفتن عوامل زیر پیشنهاد می‌شود:

### ۱- فلزهای سنگین

با توجه به اندازه‌گیری‌هایی که در سال ۱۳۷۵ صورت گرفت، از لحاظ فلزهای سنگین هیچ‌گونه محدودیتی در استفاده از این فاضلاب (بدون تصفیه) برای آبیاری محصولات زراعی مخصوصاً سبزیجات و صیفی جات وجود ندارد (جدول ۳). با این حال، در صورت مشاهده مقادیر بالای فلزهای سنگین، استفاده از برکه تثبیت پیشنهاد می‌شود. براساس مطالعات صحرایی و منابع موجود در سطح جهان (چاپ شده در گزارشها و مقالات)، کارایی حذف فلزهای سنگین برای روشهای مختلف تصفیه پساب شهری در جدول شماره ۶ ارایه شده است. [۲۰ و ۲۱]

### ۲- بهداشتی

وجود مواد شیمیایی خطرناک و میکروبی‌های بیماری‌زا در داخل فاضلابهای خام و پساب تصفیه شده می‌تواند تأثیرات ناخوشایندی را بر روی سلامت انسان وارد نمایند. بنابراین، سیستم انتخاب شده به منظور تصفیه فاضلاب باید بتواند یک پساب مناسب برای کاربری در نظر گرفته شده بدهد تا باعث بالابردن سطح بهداشت محیط زیست شهری و

جدول ۶- کارایی حذف فلزهای سنگین در روشهای مختلف تصفیه

(برحسب درصد)

پارامتر شیمیایی	ته نشینی اولیه	برکه تثبیت	لجن فعال	صافیهای چکننده
آهن	۴۳	۹۴	۶۵	۵۶
کرم	۴۴	۹۳	۵۵	۵
روی	۳۶	۷۱	۷۵	۵۵
سرب	۵۲	۹۶	۶۰	۴۶
کادمیوم	۳۸	۳۱	۲۸	—
مس	۴۹	۸۹	۷۰	۱۹

جدول ۷- تعداد مایکروارگانیزم موجود در فاضلاب خام

ارگانیزم	تعداد در هر یکصد میلی لیتر
Fecal Coliforms	۱۰۴-۱۰۹
Fecal Streptococci	۱۰۴-۱۰۶
Shigella	۱-۱۰۰۰
Salmonella	۴۰۰-۸۰۰۰
Helminth Ova	۱-۸۰۰
Enteric Virus	۱۰۰-۵۰۰۰۰
Entamoeba Histolytica Cysts	۰-۱۰
Giardia Lamblia Cyst	۵۰-۱۰ <sup>۴</sup>

جدول ۸- تعداد ارگانیزم‌های مورد نیاز برای ایجاد بیماری عفونی در انسان

ارگانیزم	تعداد در هر یکصد میلی لیتر
Clostridium perfringens	۱-۱۰ <sup>۱۰</sup>
Salmonella typhi	۱۰ <sup>۴</sup> -۱۰ <sup>۷</sup>
Vibrio cholerae	۱۰ <sup>۳</sup> -۱۰ <sup>۷</sup>
Shigella flexneri 2A	۱۸۰
Entamoeba histolytica	۲۰
Shigella dysenteriae 1	۱۰
Giardia lamblia	<۱۰
Viruses	۱-۱۰
Ascaris lumbricoides	۱-۱۰
Escherichia coli	۱۰ <sup>۶</sup> -۱۰ <sup>۱۰</sup>

جدول ۹- کارایی حذف لگاریتمی عوامل عفونی در پروسه‌های متداول تصفیه فاضلاب شهری

نوع پروسه	باکتری	کرمها	ویروس	کیست
ته‌نشینی پروسه فیزیکی	۰-۱	۰-۲	۰-۱	۰-۱
لجن فعال	۰-۲	۰-۲	۰-۱	۰-۱
لاگون هوادهی	۱-۲	۱-۳	۱-۲	۰-۱
برکه‌های تثبیت فاضلاب	۱-۶	۱-۳	۱-۴	۱-۴
مخازن نگهداری فاضلاب	۱-۶	۱-۳	۱-۴	۱-۴
ضد عفونی (کلرزنی یا اوزن)	۲-۶	۰-۱	۰-۴	۰-۳

جدول ۱۰- کارایی تصفیه‌خانه‌های صاحبقرانیه و شوش در حذف باکتری و انگل

تصفیه‌خانه

پارامتر	صاحبقرانیه	شوش
تخم انگل آسکاریس در فاضلاب خام ورودی (در لیتر)	۳۳-۱۴۲	۰-۴۲/۵
تخم انگل آسکاریس در فاضلاب خروجی از تصفیه‌خانه (در لیتر)	۰-۴	۰-۲
کالیفرم مدفوعی در فاضلاب خروجی (در یکصد میلی لیتر)	۵×۱۰ <sup>۷</sup>	۹×۱۰ <sup>۷</sup>

جلوگیری از شیوع انواع بیماری‌های انگلی و میکروبی شود. در جدول‌های شماره ۷ و ۸ میزان ارگانیزم‌هایی که در فاضلاب یافت می‌شوند و تعداد مورد نیاز برای ایجاد بیماری عفونی در انسان نشان داده شده است. [۲۲] در جدول شماره ۹ کارایی حذف باکتری، تک‌یاخته‌ها، ویروس و کرمها در روش‌های مختلف متداول تصفیه فاضلاب شهری ارائه شده است. [۲۳] با توجه به شیوع بیماری‌های انگلی و روده‌ای و بیماری‌های اسهالی در تهران، انتخاب نوع سیستم تصفیه فاضلاب با توجه به شرایط بهداشتی موجود در شهر تهران بسیار ضروری است. برای مثال، در تصفیه‌خانه شهر کویت با استفاده از یک مرحله تصفیه لجن فعال پیشرفته کلاس یک، به گونه‌ای بار مواد ارگانیک کاهش پیدا کرد که به استاندارد که برای کالیفرم مدفوعی توصیه شده بود (رقم متوسط ۲/۲ در ۱۰۰ میلی لیتر) و همچنین درجه کدورت متوسط ۲NTU در طول دوره ۲۴ ساعته رسید. بعد از بررسی پساب تصفیه‌خانه، مهندسان طراح متوجه بالابودن تخم انگل و کرمها شدند. [۲۴] با توجه به شیوع تخم انگل و نماتودهای روده‌ای در خاورمیانه، انتخاب فرایند لجن فعال به منظور تصفیه فاضلاب و استفاده از پساب آن برای آبیاری محصولات کشاورزی گزینه‌ای مناسب نیست. از لحاظ اقتصادی نیز به علت هزینه بسیار بالا، استفاده از پساب تصفیه شده توسط سیستم لجن فعال برای آبیاری محصولاتی از قبیل گندم، یونجه و پنبه اصلاً مناسب نبوده [۲۵] و از لحاظ بهداشتی این سیستم نمی‌تواند به تعداد کافی تخم‌های انگل و نماتودها را از فاضلاب به منظور آبیاری محصولات کشاورزی که به مصرف خام می‌رسند خارج نماید.

برای نمونه، نماتودهای روده‌ای در پساب تصفیه‌خانه شوش (واقع در جنوب تهران) حدود ۲۰ تا ۱۷۰ تخم برای هر نفر گزارش شده است. [۲۶] تخم انگل اسکاریس و کالیفرم مدفوعی در فاضلاب خروجی از تصفیه‌خانه‌های شوش و صاحبقرانیه که دارای سیستم لجن فعال بوده و از لحاظ بهره‌برداری در حد مطلوبی هستند در جدول ۱۰ ارائه شده است.

### ۳- هزینه و زمان ساخت

با وجود ضرورت‌هایی که تصفیه فاضلاب در جنوب شهر تهران دارد،

مطالعات انجام شده مبین آن است که عملیات اجرایی طرح تنظیم احداث شبکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب که از سال ۱۳۷۳ شروع شده، روند کندی را پشت سر گذاشته است و سیر تکاملی آن به دلیل مشکلات موجود و اعتبارات مالی به درازا خواهد کشید. [۲۷]

مهندسان مشاور در مرحله اول طرح فاضلاب تهران، پروژه تصفیه‌خانه جنوبی فاضلاب تهران را برای ۲ میلیون نفر جمعیت با ظرفیت  $6/4 \text{ m}^3/\text{sec}$  پیشنهاد نموده‌اند. هم‌اکنون شرکت فاضلاب استان تهران، اسناد مناقصه واحد اول تصفیه‌خانه بزرگ فاضلاب تهران را با ظرفیت یک میلیون نفر به پیمانکاران داخلی واگذار کرده است. فرایند تصفیه فاضلاب، به‌روش لجن فعال بوده و هزینه ساخت تصفیه‌خانه به‌انضمام هزینه تجهیزات برقی و مکانیکی آن ۵۰ میلیارد ریال (به قیمت‌های سال ۱۳۷۵) برآورد شده است که تا اتمام طراحی، ساخت و بهره‌برداری از تصفیه‌خانه در جنوب تهران، کشاورزان از فاضلاب خام بمنظور آبیاری محصولات کشاورزی خود استفاده خواهند کرد.

در مطالعه‌ای که از سوی سازمان کشاورزی استان تهران انجام پذیرفت، هزینه طراحی و اجرای برکه‌های تثبیت به‌منظور تصفیه  $4 \text{ m}^3/\text{sec}$  از فاضلاب نهر فیروزآباد و انتقال آن به اراضی کشاورزی به‌منظور آبیاری محصولات زراعی به وسعت ۱۰ هزار هکتار، معادل ۳۱ میلیارد ریال (به قیمت‌های سال ۱۳۷۶) برآورد گردید. این هزینه شامل احداث بند انحرافی، هزینه طراحی و اجرای خط انتقال فاضلاب از نهر به محل تصفیه‌خانه (حدوداً ۲۴ کیلومتر خط انتقال)، هزینه احداث برکه‌های تثبیت در سطح حدود ۴۰۰ هکتار و هزینه ایجاد تأسیسات است. [۳] برگشت سرمایه در صورت کاشت فقط گندم، یکساله بوده و مدت زمان ساخت به‌منظور بهره‌برداری از آن حداکثر ۳ سال است. با مشارکتهای مردمی در این منطقه می‌توان نیمی از هزینه ساخت اولیه آن را تأمین نمود و با فروش حق آبه و وام بانکی بدون اتکاء به بودجه‌های دولتی می‌توان این پروژه عظیم را به بهره‌برداری سریع رساند. به انجام‌رساندن این پروژه کمک زیادی خواهد بود در جهت آبدی و رشد اقتصادی این مناطق.

#### ۴- تصفیه‌پذیری و مشکلات بهره‌برداری

متأسفانه سیستم لجن فعال نمی‌تواند کرم انگل را به طور کامل از فاضلاب خارج نماید و پساب خروجی بعد از تصفیه هنوز دارای تخم انگل بوده، و از طرف دیگر استفاده از کلر برای ضدعفونی نمودن و فیلتراسیون به‌منظور خارج نمودن تخم انگل باعث افزایش نمک و هزینه‌های راهبری می‌شود. سیستم لجن فعال نیز دارای هزینه ساخت اولیه بسیار بالا بوده و هزینه‌های راهبری آن نیز با توجه به نیاز به انرژی زیاد است. [۲۵]

بنا به پیشنهاد سازمان بهداشت جهانی برای کنترل تخم انگل، برکه‌های تثبیت به زمان ماند ۸ الی ۱۰ روز و برای کاهش کالیفرم مدفوعی به کمتر از ۱۰۰۰ در هر یکصد میلی‌لیتر، به زمان ماند ۱۵ الی ۲۰ روز نیاز دارند. از مشکلات برکه‌های تثبیت می‌توان به نیاز به زمین بیشتر، تولید بو، مقدار بالای جلبک در پساب خروجی و واکنش پساب خروجی به کیفیت فاضلاب ورودی اشاره نمود. از آنجا که زمین در جنوب شهر ری عمدتاً بایر، موقوفه و متعلق به منابع طبیعی بوده و خاک منطقه عمدتاً رس با نفوذپذیری کم است، استفاده از این سیستم بسیار مناسب می‌باشد. با بهره‌گیری از سیستم برگشت فاضلاب می‌توان دیگر مشکلات مطرح شده را نیز حل نمود. کیفیت فاضلاب تصفیه شده در این نوع سیستم‌ها در حد سایر روشهای مدرن تصفیه فاضلاب بوده بهره‌برداری از آن بسیار ساده و هزینه بهره‌برداری به علت عدم مصرف انرژی و مواد افزودنی بسیار پایین است. مشاهده کیفیت نهر فیروزآباد در منطقه برداشت پیشنهادی به‌منظور تصفیه توسط برکه‌های تثبیت و آبیاری محصولات کشاورزی نشان می‌دهد که از لحاظ تصفیه‌پذیری بیولوژیک هیچ مشکلی وجود ندارد (جدول ۱۱).

#### نتیجه‌گیری

با توجه به بررسیهایی که بر روی کیفیت نهر فیروزآباد در ده سال اخیر صورت گرفته می‌توان نتیجه گرفت که کیفیت فاضلاب نهر فیروزآباد بهبود یافته و بیانگر کیفیت یک فاضلاب ضعیف است. در حال حاضر، از

جدول ۱۱ - شاخصهای تصفیه‌پذیری بیولوژیکی فاضلاب نهر فیروزآباد

پارامتر	واحد	میانگین	محدوده مشاهدات	تعداد مشاهدات
BOD <sub>5</sub>	mg/L	۳۷	۱۲-۱۲۰	۲۱
مواد جامد کل	"	۱۰۶۰	۶۲۵-۱۵۹۵	۲۰
مواد جامد ثابت	"	۷۵۶	۴۴۴-۱۲۱۶	۲۰
مواد جامد فرار	"	۲۱۵	۲۰-۵۴۴	۲۰
مواد جامد قابل ته‌نشین	"	۲/۲	۱/۳-۳/۵	۸
مواد معلق کل	"	۱۰۰	۳۶-۲۷۳	۲۱

13. U.S. Environmental Protection Agency. *Guide Lines for Water Reuse*, EPA (1992).
14. Broadbent, F. and Reisenauer, H. "Fate of wastewater constituents in soil and groundwater: nitrogen and phosphorus", In *Irrigation with Reclaimed Municipal Wastewater*, California State Water Resources Control Board, (1984).
15. Food and Agriculture Organization. *Wastewater Treatment and use in Agriculture*, FAO 47, Rome.
16. Food and Agriculture Organization. *Water Quality For Agriculture, Irrigation and Drainage*, Rome, p. 29, Rev.1, (1985).
17. World Health Organization *Health Guide lines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture*, Report of a WHO Scientific Group, Technical Report Series 778, Geneva, Switzerland (1989).
- ۱۸- مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران. «مطالعه‌ای پیرامون شناخت وضعیت فاضلاب شهر تهران»، گزارش ۲۰-۷۳، ص. ۳۰، (۱۳۷۳).
- ۱۹- وزارت کشاورزی. «نقشه‌ی ارزیابی منابع و قابلیت اراضی استان تهران»، مؤسسه تحقیقات خاک و آب سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، (۱۳۷۰).
20. Water Pollution Control Federation *Water, Reuse, MOP-SM-3*, WPCF, Alexandria, Virginia (1984).
21. Metcalf and Eddy, *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse*, McGraw-Hill, Inc., N.Y. (1992).
22. Feachem, R.G., Bradley, D.J., Garelich, H. & Mara D. *Health Aspects of Excreta and Sludge Management: A State-of-the-Art Review*, the World Bank, Washington, D.C (1981).
23. Mara, D. and Cairncross, S. *Guidelines for the Safe Use of Wastewater and Excrete in Agriculture and Aquaculture: Measures for Public Health Protection*, World Health Organization, Geneva, Switzerland (1989).
24. Asano, T. "Reusing urban waste water an alternative and a reliable water resources", *Water International*, 19(1), pp. 36-42. (1994).
- ۲۵- شیرزاد، س. و تجریشی، م. «مقایسه اقتصادی روش‌های تصفیه فاضلاب شهری در شرایط اقلیمی ایران»، ارائه به کنفرانس ملی مدیریت حفاظت از منابع آب، (۱۳۷۶).
- ۲۶- مهندسان مشاور ری آب. «طرح فاضلاب تهران، گزارش فنی»، ص. ۳۵، (۱۳۷۰).
- ۲۷- هفته‌نامه شهراب. «گفتگو با مهندس موسوی مدیر عامل شرکت فاضلاب تهران»، (۱۳۷۷).
- ۲۸- محمدنژاد، س. تجریشی، م. «بررسی امکان استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه‌ها در کاهش بار هیدرولیکی جنوب تهران»، ارائه به چهارمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، صص. ۱۳۴-۱۴۰، (۱۳۷۶).

لحاظ فلزهای سنگین هیچ محدودیتی برای استفاده از این فاضلاب برای آبیاری محصولات کشاورزی وجود نداشته و به علت وجود مواد مغذی در آن و شوری در حد مناسب می‌توان برای آبیاری محصولات زراعی استفاده نمود. به‌علت وجود نماتودهای روده‌ای در این نهر و عدم حذف کامل آن توسط سیستم لجن فعال و با توجه به هزینه ساخت و راهبری بالای آن، سیستم پیشنهادی برای تصفیه این نهر، برکه‌های تثبیت است. با اجرای این پروژه که حداکثر ۳ سال به طول می‌انجامد، برگشت سرمایه بسیار سریع بوده با مشارکتهای مردمی در این منطقه می‌توان نیمی از هزینه ساخت اولیه آن را تأمین نمود و با فروش حق آب و وام بانکی بدون اتکاء به بودجه‌های دولتی می‌توان این پروژه را به بهره‌برداری سریع رساند. به انجام رساندن این پروژه باعث بالا بردن سطح بهداشت محیط زیست شهری به‌منظور کاهش و جلوگیری از شیوع انواع بیماریهای انگلی و میکروبی و توسعه و احیاء دوباره کشاورزی و دامداری دشتهای جنوب تهران می‌شود.

## منابع

- ۱- تجریشی، م. «نگرشی جدید به مشکل فاضلاب شهر تهران»، مجموعه مقالات پژوهشی دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف، (۱۳۷۵).
- ۲- سازمان بازرسی کل کشور. «گزارش به استانداری و شورای عالی کشاورزی استان تهران»، ص. ۱۱، (۱۳۶۷).
- ۳- سازمان کشاورزی استان تهران. «خلاصه گزارش تصفیه فاضلاب نهر فیروزآباد و استفاده مجدد از پساب آن در برابر آبیاری کشاورزی»، مدیریت آب و خاک، ص. ۱۸، (۱۳۷۵).
- ۴- جهاد دانشگاهی دانشکده‌های کشاورزی منابع طبیعی. «گزارش بررسی استفاده از فاضلابهای جنوب تهران در کشاورزی»، ص. ۱۲۰، (۱۳۶۷).
- ۵- مهندسان مشاور ری آب. «گزارش نهایی بررسی تصفیه‌پذیری فاضلاب نهرهای فیروزآباد و سرخه‌حصار در واحد نمونه»، ص. ۹۵، (۱۳۶۹).
- ۶- «نتیجه یک تحقیق کاربردی در زمینه آلودگی فاضلاب تهران». مجله آب و محیط زیست، (۱۳۷۱).
- ۷- تجریشی، م. «نگرشی جامع به حل مسأله فاضلاب تهران»، آرایه به سمینار اهمیت فاضلاب شهر تهران، وزارت نیرو، (۱۳۷۵).
- ۸- آزموه، م. «آسیبهای ناشی از آلودگی آبها»، مجله آب و محیط زیست، شماره ۱۱، صص. ۲۲-۶، (۱۳۷۵).
- ۹- رباطی، ب و همکاران. «مطالعه بعضی اثرهای سوء فاضلاب نهر فیروزآباد در اراضی جنوب تهران»، نشریه آب و خاک، صص. ۱-۱۴، (۱۳۶۶).
10. Pettygrove, S. and Asano, T. "Irrigation With Reclaimed Municipal Wastewater". A Guidance Manual, Report No. 84-1, Sacramento (1984).
- ۱۱- اداره کل کشاورزی استان تهران. «گزارش طرح واحد نمونه Pilot تحقیقاتی برکه‌های تثبیت جهت تصفیه آبهای آلوده»، تهران، ص. ۲۰۰، (۱۳۷۱).
- ۱۲- وثوقی، م. و همکاران. «بررسی آلودگی آب رودخانه‌های جنوب تهران»، کارنامه پژوهشی دانشگاه صنعتی شریف، صص. ۱۲۶-۱ و ۱۲۴-۱، (۱۳۷۰).