

انتخاب روش مناسب تصفیه فاضلاب شهر جویبار و استفاده مجدد از پساب آن ۷۷-۱۳۷۲

مهندس مازیار پیدا *

خلاصه:

این تحقیق در سالهای ۱۳۷۷-۱۳۷۲ با هدف انتخاب روش مناسب تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب شهر جویبار در استان مازندران انجام شد. در این تحقیق براساس استانداردها، ضوابط، توصیه‌های موجود و شرایط و امکانات محلی روش‌های:

- برکه‌های تثبیت (Stabilization ponds)
- لجن فعال (Activated Sludge)
- استخرهای هوادهی شده (Aerated Lagoons)
- هوادهی ممتد (Extended Aeration)

به عنوان گزینه‌های مختلف تصفیه فاضلاب شهر طراحی و سپس از برآورد احجام، مقادیر و تعیین قیمت واحد عملیات اجرایی، براساس مقایسه اقتصادی و در نظر گرفتن ملاحظات فنی و زیست‌محیطی مناسب‌ترین روش تصفیه فاضلاب برای شهر انتخاب شده است. نتایج این مقایسه‌ها نشان می‌دهد که روش استخرهای هوادهی شده در نرخ‌های مختلف بهره؛ بین ۴ تا ۲۰ درصد و قیمت هر کیلو وات ساعت برق مصرفی بین ۲۰ تا ۱۰۰ ریال در مقایسه با سایر روش‌ها اقتصادی‌تر و از نظر ملاحظات فنی و زیست‌محیطی مناسب‌ترین روش برای تصفیه فاضلاب شهر جویبار می‌باشد.

از آنجائیکه قسمت‌هایی از دشت‌های منطقه حاوی آب شور است در این تحقیق کیفیت شیمیایی نشتابی که وارد شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهر خواهد شد از طریق آزمایش نمونه‌هایی که در ماههای خرداد، تیر و مرداد (فصل آبیاری کشاورزی در منطقه) سال ۱۳۷۲ از شبکه زهکش زیرزمینی موجود در شهر برداشت شده بود مورد بررسی قرار گرفت.

مقایسه نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی با رهنمودهای تفسیر کیفیت آب آبیاری کشاورزی نشان می‌دهد که این آب را می‌توان براساس طبقه‌بندی ویلکوکس در کلاس $S_1 - C_3$ طبقه‌بندی نمود.

بنابراین با توجه به الگوی کشت در اراضی پائین دست شهر جویبار که حدود ۹۴٪ آن اختصاص به محصولاتی دارد که بصورت خام به مصرف خوراک انسان نمی‌رسد و نیاز این اراضی به آب، که در اثر عدم مهار و ذخیره‌سازی آب‌های سطحی و عدم تطابق فصل بارندگی با فصل کشت ایجاد شده است، استفاده از پساب فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری این اراضی و تخلیه آن به رودخانه سیاهرود در فصل غیر کشاورزی مورد توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ایران، زنجان، دانشگاه علوم پزشکی، جویبار، تصفیه فاضلاب، استفاده مجدد.

* کارشناس ارشد بهداشت محیط، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان زنجان.

مقدمه:

در کشور ما و در طی سالهای اخیر علیرغم نقش تعیین‌کننده‌ای که از لحاظ سیاسی و اقتصادی برای آب در منطقه پیش‌بینی می‌شود، آلودگی منابع آب به علت عدم برخورداری از سیستم‌های اصولی جمع‌آوری و دفع فاضلاب شهری و صنعتی رو به توسعه و گسترش است (۱) و این در حالی است که استفاده غیر اصولی از فاضلاب تصفیه نشده، علاوه بر مضرات آن برای سلامتی کشاورزان و مصرف‌کنندگان محصولات تولیدی، استفاده دراز مدت از اراضی کشاورزی را نیز دچار مخاطره می‌سازد. از جمله در استان مازندران که از توانایی‌های ویژه‌ای در تأمین نیازهای اساسی کشور برخوردار است، خشکانیدن تالاب‌ها، مصرف بی‌رویه سموم و کودهای کشاورزی، دفع غیربهداشتی فاضلاب تقریباً کلیه شهرها و روستاهای استان و حدود ۳۶۰ واحد صنعتی فعال، عامل عمده آلاینده آبهای سطحی و زیرزمینی محسوب می‌شوند. نتیجه این امر تقلیل ویژگیهای کیفی منابع آب و همچنین ایجاد محدودیت‌هایی در توسعه منابع آب استان بوده است (۲). در طی دهه‌های اخیر بدنبال ارائه رهنمودهای مجامع بین‌المللی در زمینه سیاستگذاری مدیریت آب و تأکید بر استفاده از روش‌هایی که انرژی کمتری مصرف می‌کنند، روش‌های ساده تصفیه فاضلاب با هزینه و پیچیدگی کمتر و عدم تقلیل در توانایی کنترل آلودگی‌ها توسعه پیدا کرده است این روش‌ها بخصوص برای کشورهای در حال توسعه که علاقمند به استفاده از روش‌های قابل اعتماد و مناسب با شرایط محلی هستند مناسب تشخیص داده شده است. (۳) اما استفاده از اینگونه روش‌ها در مناطقی که زمین کم یا قیمت آن زیاد است از نظر اقتصادی تردیدهایی را ایجاد می‌کند.

در این راستا این تحقیق در مورد یکی از شهرهای ناحیه مرکزی استان مازندران به نام جویبار که جمعیت آن در سال ۱۴۰۰ خورشیدی ۸۷۰۰۰ نفر پیش‌بینی شده است (۴) با هدف ارائه بهترین راه حل ممکن برای تصفیه فاضلاب شهر و استفاده مجدد از پساب آن با بکارگیری روش‌هایی که از نظر اقتصادی و فنی متناسب با شرایط محلی باشد انجام شده است.

در مورد مشخصات این ناحیه که در تشدید معضلات بهداشتی و آلودگی‌های طبیعی آن موثر است می‌توان از تراکم جمعیت، استقرار صنایع، توسعه شهرنشینی و نبود شیب کافی برای زهکشی طبیعی منطقه نام برد. علاوه بر این اراضی اطراف شهر جویبار از موقعیت مساعد و ممتازی برای کشاورزی برخوردار است و عمدتاً به کشت محصولات زراعی اختصاص یافته است و عملاً زمین بایر در منطقه دیده نمی‌شود بنابراین استفاده از روش‌های تصفیه فاضلاب که نیازمند سطوح وسیع هستند از محدودیت‌هایی برخوردار است. گفتنی است این تحقیق اولین مرحله مطالعات در زمینه تصفیه و دفع فاضلاب این شهر محسوب می‌شود که نتایج حاصل از آن در شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور به تصویب رسیده است و نقشه اجرایی تصفیه خانه مزبور توسط نگارنده و گروه مهندسی سازه و برق شرکت مهندسین مشاور آب محیط در سال ۱۳۷۵ و ۱۳۷۷ تهیه شده است و عملیات اجرایی احداث آن با برآورد هزینه‌های اجرایی برابر با چهار میلیارد ریال از سال (۱۳۷۸ خورشیدی) آغاز شده است.

روش‌ها:

روش انتخاب گزینه‌های مختلف تصفیه فاضلاب و طراحی مقدماتی آن:

با توجه به معیارهای زیر، از مجموعه روش‌های متداول تصفیه فاضلاب تعدادی از روش‌هایی که بدون نیاز به بررسی‌های بیشتر مردود هستند از صورت روش‌های تصفیه حذف و بررسی‌های بیشتر در مورد سایر گزینه‌ها ادامه یافته است.

۱- قابلیت روش تصفیه در تولید پساب با کیفیتی منطبق با استانداردهای تخلیه و استفاده مجدد - سازمان جهانی بهداشت WHO (۱۱) و سازمان حفاظت محیط زیست ایران (۵).

۲- امکان بازیافت و استفاده مجدد از پساب تصفیه شده و آبیاری اراضی کشاورزی براساس الگوی کشت استعمال شده از مرکز خدمات کشاورزی.

۳- امکان اختصاص زمین مورد نیاز در محل احداث تصفیه‌خانه.

به منظور فراهم نمودن امکان برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای پس از تهیه دیاگرام جریان (Flow Diagram) در هر گزینه طراحی مقدماتی (Preliminary Design) واحدهای تصفیه با استفاده از روش‌ها و مقررات مندرج در ضوابط فنی بررسی و تصویب طرح‌های تصفیه فاضلاب شهری سازمان برنامه و بودجه (۶) و دستورالعمل فرآیند طراحی برای تصفیه و دفع لجن سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا EPA (۱۲) انجام شده است.

- روش تعیین مشخصات کمی و کیفی فاضلاب :

شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهر توسط مشاور مسئول طراحی آن از نوع مجزا تعیین شده است (۴). تولید سرانه فاضلاب خانگی شهر براساس میزان سرانه آب مصرفی برآورد و مبانی مطالعه و طراحی شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهر و تصفیه‌خانه آن قرار گرفته است.

برای تعیین میزان فاضلاب صنعتی و نشتاب و آب‌های نفوذی ورودی به تصفیه‌خانه از مبانی و مفروضات مربوط به طراحی شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهر استفاده شده است.

در مورد پارامترهای کیفی BOD و SS از توصیه‌های مندرج در ضوابط فنی بررسی و تصویب طرح‌های تصفیه فاضلاب شهری سازمان برنامه و بودجه (۶) استفاده شده است.

- روش برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای طرح :

برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای به تفکیک کارهای ساختمانی و تجهیزات مورد نیاز هر گزینه در دو بخش عمده هزینه کارهای ساختمانی و کارهای برق و تجهیزات مکانیکی انجام شده و تعیین قیمت واحد کارهای مختلف با استفاده از فهرس بهای سازمان برنامه و بودجه و بخشنامه‌های تعدیل مربوط به آن (۷) و استعمال بها از تولیدکنندگان و پیمانکاران به دست آمده است. مبنای زمانی مقایسه قیمت‌های سال ۱۳۷۴ بوده است.

- روش برآورد هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری :

هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری از تاسیسات تصفیه به تفکیک هزینه‌های برق مصرفی، دستمزد پرسنل، مواد شیمیایی مورد نیاز و تعمیر و تعویض قطعات محاسبه شده.

در این تحقیق به لحاظ عدم قطعیت هزینه برق و عدم دستیابی به پیش‌بینی مشخص از روند رشد قیمت آن، این بخش از هزینه‌های جاری با نرخ‌های مختلف به ازای هر کیلو وات ساعت بین ۲۰ تا ۱۰۰ ریال محاسبه شده است.

- روش آنالیز هزینه‌های طرح

برای ارزشیابی گزینه‌ها و تعیین اینکه کدام گزینه در

مقایسه با هزینه‌های آن مناسبتر است از روش ارزش فعلی (*Present worth*) استفاده شده است.

نرخ بهره یا تنزیل: در بررسی اقتصادی طرح‌های توسعه منابع آب استفاده از نرخ‌های ۱۰، ۸، ۶، ۴ درصد الزامی است تا شاخص‌های اقتصادی لازم در حالت‌های مختلف در اختیار ارگان تصمیم‌گیرنده قرار داده شود (۸). در این تحقیق به لحاظ عدم وجود قطعیت و مبنای قابل پیش‌بینی و قطعی در مورد نرخ بهره سالانه ارزش فعلی هزینه‌ها با نرخ‌های بهره ۲۰، ۱۵، ۱۲، ۸، ۴ درصد محاسبه شده است.

روش تعیین کیفیت نشتاب:

نمونه برداری:

در این تحقیق به لحاظ عدم وجود تغییرات کوتاه مدت در کیفیت آب‌های زیر زمینی نمونه برداری‌ها بصورت ساده و دستی انجام شده است. به اینصورت که در محل تخلیه زهکش شهر با استفاده از ظروف پلاستیکی حجم مورد نیاز برای انجام آزمایش مورد نظر برداشت شده است و در فاصله زمانی کمتر از ۱۲ ساعت و در مجاورت یخ به محل آزمایشگاه حمل شده است. پس‌اپ خروجی از تصفیه‌خانه در ماههای خرداد، تیر و مرداد به مصرف آبیاری اراضی کشاورزی می‌رسد بنابراین کیفیت شیمیائی نشتاب در فصل کشاورزی با استفاده از یک نمونه برداشت شده در هر یک از ماههای فوق الذکر انجام شده است. گفتنی است به لحاظ محدودیت امکانات غلظت پر فقط یک مورد در خرداد ماه سال ۱۳۷۲ تعیین شده است.

روش آزمایش:

تعیین مشخصات شیمیائی نمونه‌های برداشت شده بر اساس روش‌های استاندارد آزمایش‌های آب و

فاضلاب (۱۳) انجام شده است.

معیارهای تفسیر کیفیت:

از آنجائیکه استفاده مجدد از پساب تصفیه شده فاضلاب‌ها برای آبیاری فضای سبز شهرها و زراعت‌های صنعتی و غیر خوراکی ضروری تشخیص داده شده است بنابراین کیفیت نشتاب بر اساس پارامترهای مورد نظر در رهنمودهای *FAO* (۱۹۸۵) (۹) در تفسیر کیفیت آب آبیاری تعیین شده است.

پارامترهای مورد نظر در رهنمود *FAO* و روش آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

- روش مقایسه فنی و ملاحظات زیست محیطی:

در این تحقیق مقایسه فنی و ارزیابی اثرات گزینه‌های مختلف بر محیط زیست با استفاده از روش صورت ریز مقیاسی (*Scaling checklist*) انجام شده است (۱۴) در این روش میزان اثر معایب فنی و همچنین اثرات زیست محیطی زیان آور هر گزینه در محدوده صفر تا ۴- ارزیابی شده است و مقایسه گزینه‌ها بر مبنای مجموع امتیازات منفی هر گزینه صورت گرفته است.

ملاحظات فنی مورد توجه در این تحقیق عبارتند از:

- در دسترس بودن تجهیزات.
- احتیاج به نیروی انسانی متخصص.
- انرژی و منابع مورد نیاز.

نتایج و یافته‌ها:

مشخصات کمی و کیفی فاضلاب:

شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهر بصورت مجزا طراحی شده است و پیش‌بینی شده است که جریان

جدول شماره ۱: پارامترهای تفسیر کیفیت و روش آزمایش نمونه‌های برداشت شده از خروجی زهکش شهر جویبار

پارامتر	روش آزمایش
PH	PH meter
هدایت الکتریکی	Conductivity meter
کلرور cl	Argentimetry
نیترات NO ₃	Uv Spectrophotometry
بیکربنات HCO ₃	Titration
کلسیم Ca	EDTA Titration
منیزیم Mg	EDTA Titration
سدیم Na	Flame Photometry
بر B	Spectrophotometry - Carmine
SAR	Calculation
adJ .SAR	Calculation
کلاس در طبقه بندی ویکلوکس	ترسیم

جدول شماره ۲: مشخصات کمی و کیفی فاضلاب شهر و جویبار

شرح	مقادیر
جمعیت / نفر	۸۶۹۴۰
سراشه فاضلاب خانگی (لیتر، نفر، روز)	۱۳۵
سراشه متوسط نشتاب (لیتر، نفر، روز)	۳۴
سراشه فاضلاب صنعتی (لیتر، نفر، روز)	۵
مقدار متوسط فاضلاب و نشتاب (متر مکعب در روز)	۱۵۱۲۸
حداکثر جریان ساعتی زمان بارانی (لیتر در ثانیه)	۴۰۴
میزان حداقل جریان (لیتر در ثانیه)	۷۰
BOD سراشه (گرم ، نفر، روز)	۵۰
SS سراشه (گرم ، نفر، روز)	۶۰
متوسط غلظت BOD (میلی گرم در لیتر)	۲۸۷
متوسط غلظت مواد معلق (میلی گرم در لیتر)	۳۴۴

جدول شماره ۳: هزینه‌های سرمایه‌ای گزینه‌ها و زیرگزینه‌های مختلف تصفیه و فاضلاب شهر جویبار در سال ۱۳۷۴ (ارقام بر حسب میلیون ریال)

شرح	استخرهای تثبیت	استخرهای هوا دهی شده		هوا دهی ممتد	لجن فعال متعارف
		زیرگزینه اول *	زیرگزینه دوم **		
هزینه عملیات خاکی	۱۱۱۶/۹۳	۳۳۸/۳۴	۳۷۶/۰۲	۱۵/۰۲	۹/۲۴
هزینه کارهای بنی	۹۷/۸۸	۵۶/۱۹	۵۸/۷۷	۶۹۶/۰۰	۵۳۹/۷۱
هزینه محوطه سازی	۱۱۲/۹	۴۶/۹۵	۳۸/۸۹	۱۸/۸۷	۱۶/۹۰
ساختمان اداری و انبار	۶۲/۵	۶۲/۵	۶۲/۵۰	۶۲/۵۰	۶۲/۵
سایر هزینه‌های پیش بینی نشده	۱۳۹/۰۳	۵۰/۴۰	۵۳/۶۲	۷۹/۲۴	۶۲/۸۵
جمع هزینه کارهای ساختمانی	۱۵۲۹/۳۱	۵۵۴/۴۸	۵۸۹/۸۰	۸۷۱/۶۳	۶۹۱/۴۱
هزینه تهیه تجهیزات مکانیکی	۷۰/۱۰	۲۸۷/۷۰	۲۸۷/۷۰	۴۰۶/۸	۳۴۱/۹۳
هزینه حمل و نقل تجهیزات مکانیکی	۲۱/۰۳	۸۶/۳۱	۸۶/۳۱	۱۲۱/۹۷	۱۰۲/۵۸
کابل کشی و تابلو برق	۷/۲۹	۲۹/۹۲	۲۹/۹۲	۲۲/۲۸	۳۵/۵۶
لوله کشی	۹/۱۱	۳۷/۴۰	۳۷/۴۰	۵۲/۸۵	۲۴/۴۵
هزینه‌های پیش بینی نشده	۱۰/۷۵	۲۴/۱۳	۲۴/۱۳	۶۲/۳۷	۵۲/۴۵
جمع هزینه کارهای برق و مکانیک	۱۱۸/۲۸	۲۸۵/۴۶	۲۸۵/۴۶	۶۸۶/۰۵	۵۷۶/۹۷
هزینه استملاک زمین	۱۰۳۵/۰۰	۱۸۰/۰۰۰	۱۵۰/۰۰	۶۰/۰۰	۵۲/۵۰
جمع کل هزینه‌های سرمایه‌ای	۲۶۸۲/۵۹	۱۲۱۹/۹۴	۱۲۲۵/۲۶	۱۶۱۷/۶۸	۱۳۲۰/۸۸

* استفاده از یک استخر هوا دهی بصورت سری، در هر جریان تصفیه.

** استفاده از دو استخر هوا دهی بصورت سری، در هر جریان تصفیه.

ورودی به تصفیه خانه از سه جزء ۷۷٪ فاضلاب خانگی، ۲۰٪ نشأت، ۳٪ فاضلاب صنعتی تشکیل شده است خلاصه مشخصات کمی و کیفی فاضلاب این شهر در جدول (۲) ارائه شده است.

روش‌های تصفیه انتخاب شده و میزان تصفیه فاضلاب:

الگوی کشت اراضی جویبار که در نمودار (۲) ارائه شده است نشان می‌دهد ۹۴٪ این اراضی به کشت محصولات اختصاص دارند که بصورت خام به مصرف خوراک انسان نمی‌رسد لذا در صورت استفاده از فاضلاب تصفیه شده این شهر برای آبیاری اینگونه محصولات و یا تخلیه آن به رودخانه سیاهرود در فصول غیر کشاورزی بر اساس استانداردها و توصیه‌های

موجود ملی و بین المللی اعمال مراحل تصفیه اولیه و ثانویه و ضد عفونی پساب ضروری است.

هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری طرح:

مجموع ارزش فعلی هزینه‌های سرمایه‌ای هر یک از گزینه‌های مورد بررسی با استفاده از نتایج طراحی مقدماتی و قیمت واحد عملیات ساختمانی و تجهیزاتی برآورد شده است. نتایج حاصل از این برآوردها به ترتیب در جداول (۴،۳) ارائه شده است.

مقایسه اقتصادی:

مجموع ارزش هزینه‌های جاری و سرمایه‌ای هر یک از گزینه‌های مورد بررسی با استفاده از نتایج مقدماتی طراحی و قیمت واحد عملیات ساختمانی با قیمت هر کیلو وات ساعت برق ۲۰، ۵۰، ۷۰، ۱۰۰ ریال محاسبه و خلاصه نتایج با قیمت کیلو وات ساعت برق برابر ۱۰۰ ریال و در نرخ‌های بهره ۴، ۸، ۱۲ و ۲۰ درصد در نمودار (۱) ارائه شده است.

مقایسه فنی و ملاحظات زیست محیطی:

نتایج حاصل از مقایسه فنی گزینه‌های مورد بررسی به روش (*Scaling checklist*) در جدول شماره (۵) ارائه شده است.

کیفیت نشتاب:

نتایج حاصل از تعیین پارامترهای مورد نیاز برای تفسیر کیفیت نمونه‌های برداشت شده از شبکه زهکش زیر زمینی موجود در شهر در جدول (۶) ارائه شده است. این نشتاب را می‌توان در کلاس $C3-SI$ طبقه‌بندی نمود.

بحث و نتیجه‌گیری:

نتایج حاصل از مقایسه فنی و ملاحظات زیست

محیطی که در جدول ۵ ارائه شده است نشان می‌دهد گزینه استفاده از استخرهای هوادهی شده با حداقل امتیاز منفی از نظر مقایسه مشخصه‌های فنی ملاحظات زیست محیطی مناسبترین گزینه برای تصفیه فاضلاب شهر جویبار می‌باشد و با عنایت به نتایج حاصل از مقایسه اقتصادی گزینه‌ها؛ مشاهده می‌شود که استخرهای هوا دهی شده در حدود تغییرات قیمت هر کیلو وات ساعت برق مصرفی بین ۱۰۰ - ۲۰ ریال و نرخ بهره بین ۲۰-۴ درصد؛ اقتصادی‌ترین گزینه تصفیه فاضلاب شهر جویبار می‌باشد و صرفاً همانگونه که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود اگر قیمت هر کیلو وات ساعت برق مصرفی ۱۰۰ ریال و یا بیشتر باشد و در این شرایط نرخ بهره ۴ درصد و یا کمتر باشد گزینه استخرهای تثبیت اقتصادی‌تر خواهد بود. مقایسه نتایج حاصل از آنالیز شیمیائی نشتاب ورودی به شبکه با رهنمودهای تفسیر کیفیت آب آبیاری کشاورزی نشان می‌دهد که این آب را می‌توان بر اساس طبقه بندی و ویلکوکس در کلاس $C3-SI$ طبقه بندی نمود. اطلاعات و آمار موجود از کیفیت آب رودخانه سیاهرود نشان می‌دهد که در فصل آبیاری کشاورزی آب رودخانه بر اساس طبقه بندی ویلکوکس در کلاس $C3-SI$ قرار دارد (۱۰) و این آب بدون ایجاد محدودیت کیفی برای گیاهان در آبیاری بخشی از اراضی کشاورزی در منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین پساب حاصل از تصفیه فاضلاب این شهر را می‌توان بدون ایجاد اشکال قابل ملاحظه‌ای در آبیاری گروهی از محصولات کشاورزی بکار برد.

لذا در این تحقیق ضمن بررسی و ارائه راه حل‌های مختلف و ممکن؛ استفاده از استخرهای هوا دهی شده با زمان ماند ۳ روز که در هر جریان آن ۲ سلول هوا دهی

جدول شماره ۴: هزینه نگه داری و بهره برداری سالانه روش های مختلف تصفیه فاضلاب شهر جویبار در مقاطع مختلف زمانی دوره طرح. (از قام بر حسب میلیون ریال)

هزینه تعمیرات ساختاری و تعویض قطعات		هزینه مواد شیمیایی مصرفی		هزینه پرسنل		هزینه برق مصرفی		روش تصفیه
۱۳۸۸/۴۰۰	۱۳۷۵/۸۸	۱۴۰۰/۴۰۱	۱۳۸۷/۸۸	۱۴۰۰/۴۰۱	۱۳۸۷/۸۸	۱۳۷۵/۷۶	۱۴۰۰/۴۰۱	استخر تثبیت
۲۱/۱۲	۱۷/۸۷	۲۸/۷۱	۲۱/۲۸	۱۲۴/۸	۱۰۰/۰۰	۷۴/۴	۲/۴	استخر هوادهی شده زیر هزینه اول *
۲۹/۸۱	۲۴/۲۹	۲۸/۷۱	۲۱/۸	۱۲۴/۸	۱۰۰/۰۰	۷۴/۴	۱۵۰/۰	استخرهای هوا دهی شده زیر هزینه دوم *
۳۰/۱۷	۲۴/۳۹	۲۸/۷۱	۲۱/۲۸	۱۲۴/۸	۱۰۰/۰۰	۷۴/۴	۱۵۰/۰	استخرهای هوا دهی شده زیر هزینه دوم *
۳۵/۷۶	۲۷/۵۳	۲۸/۷۱	۲۱/۲۸	۱۳۶/۸	۱۱۰/۰۰	۸۱/۶	۳۰۰/۰	لجن فکال متعارف
۴۳/۰۲	۳۵/۳۲	۲۸/۷۱	۲۱/۲۸	۱۳۶/۸	۱۱۰/۰۰	۸۱/۶	۱۹۳/۰	هوا دهی مستند

* استفاده از یک استخر هوا دهی بصورت سری در هر جریان تصفیه.

* استفاده از دو استخر هوا دهی بصورت سری در هر جریان تصفیه.

جدول شماره ۵: مقایسه امتیازی گزینه‌های تصفیه فاضلاب جویبار از نظر ملاحظات فنی و زیست محیطی.

عامل	بسترکته‌های تثبیت	بسترکته‌های هوا دهی شده	لجنسن فعال متعارف	هوا دهی ممتد
انرژی مورد نیاز	-*	-۳	-۴	-۴
زمین	-۴	-۱	-	-
مهارت‌های فنی مورد نیاز	-	-۱	-	-
لجن تولید شده	-	-۱	-۴	-۴
نفوذ و نشست فاضلاب	-۴	-۱	-	-
ایجاد بوهای نامطبوع	-۴	-۱	-	-
حذف عوامل بیولوژیکی بیماریزا	-	-۱	-۲	-۲
جمع امتیازات منفی	-۱۲	-۹	-۱۴	-۱۴

* علامت (-) به این معنی است که از نظر عامل مورد بررسی مشکل قابل ذکری وجود ندارد و یا قابل صرف نظر کردن است.

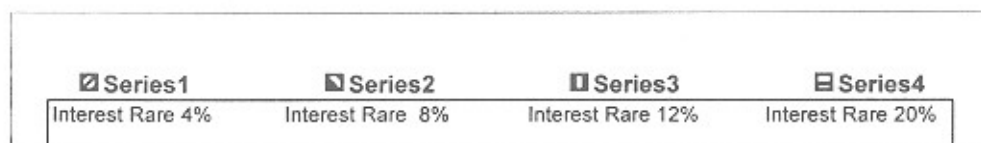
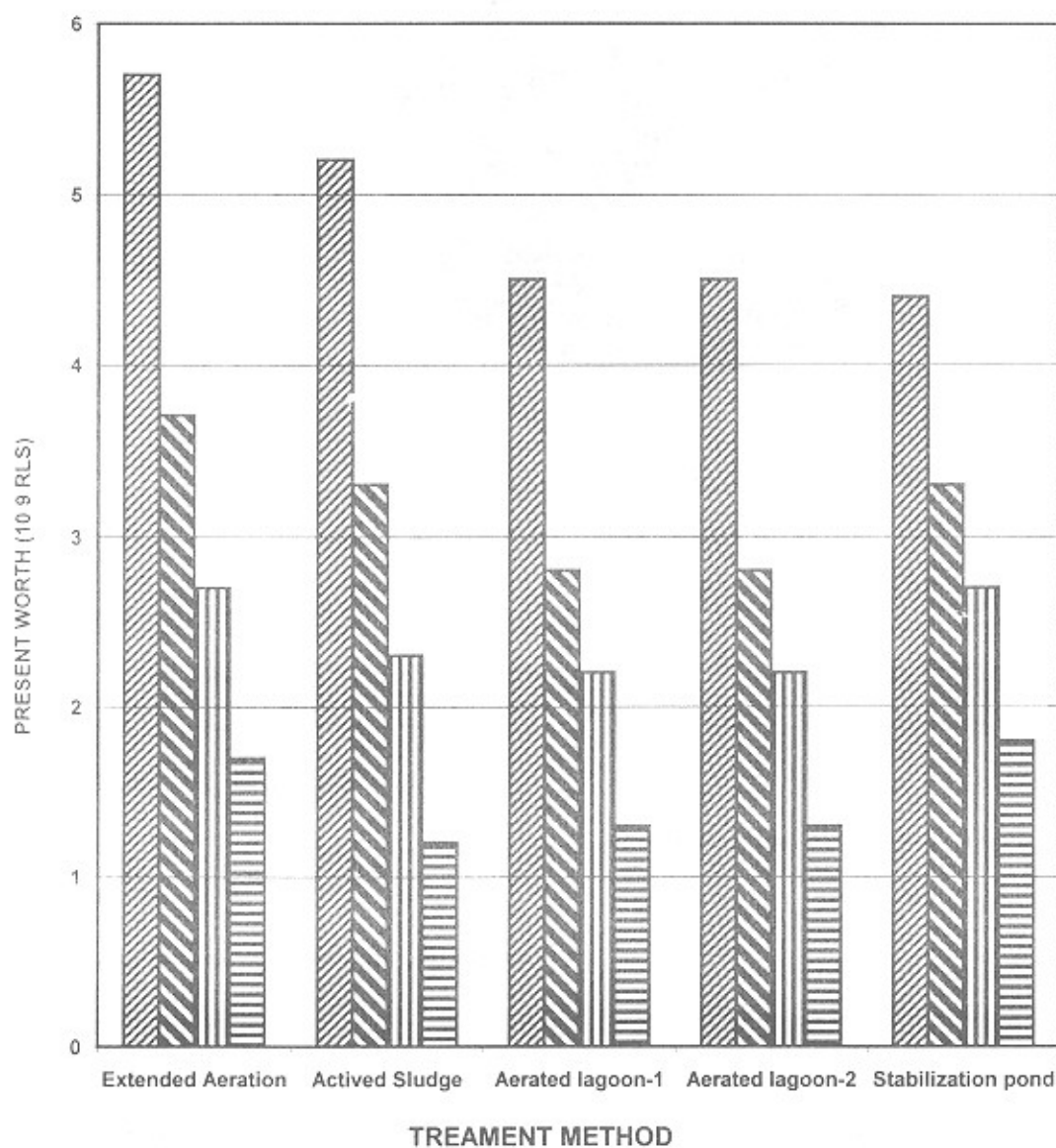
جدول شماره ۶: نتایج حاصل از آزمایش نمونه‌های برداشت شده از شبکه زهکش آب زیر زمینی جویبار در فصل کشاورزی سال ۱۳۷۲.

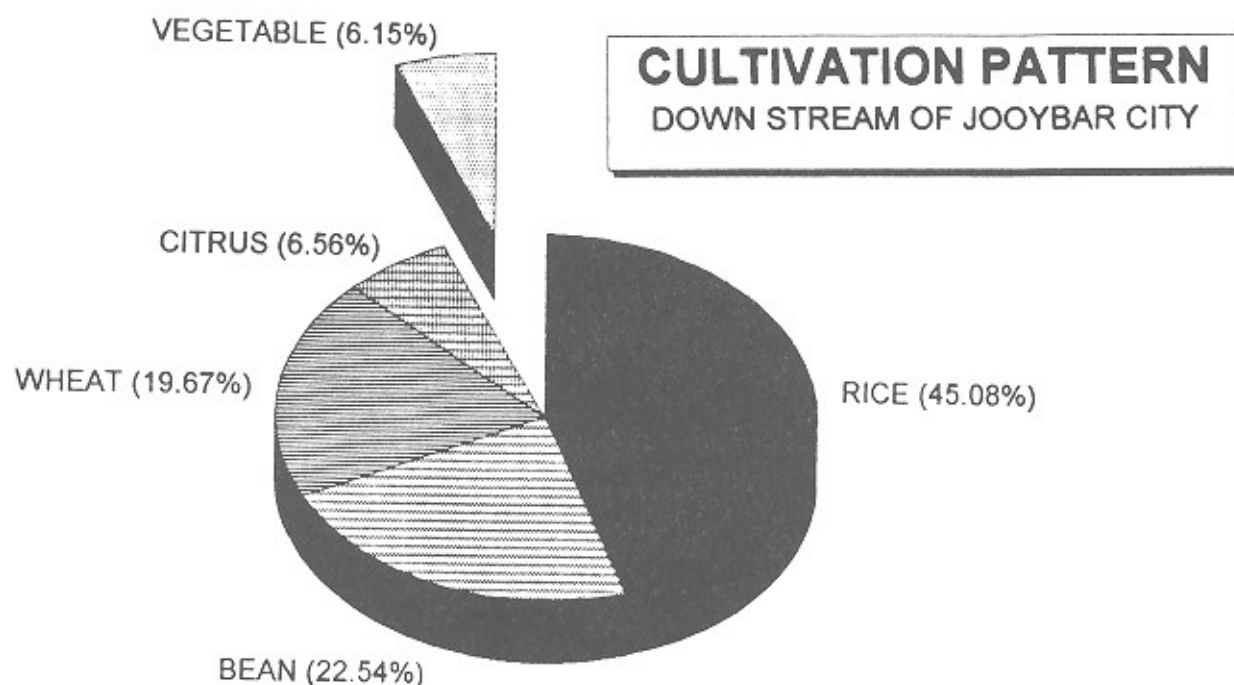
آزمایش	واحد	ماده نمونه برداری و آزمایش		
		خرداد	تیر	مرداد
PH	-	۷/۲	۶/۸	۶/۵
هدایت الکتریکی	$\mu\text{S}/\text{cm}$	۱۰۰۰	۱۹۳۱	۱۵۴۳
کلور	cl	۵/۲	۴/۵	۶/۷
نترات	NO_3	۱۸	۲۰	۱۶
بیکربنات	HCO_3	۹/۲	۷/۲	۱۰/۴
کلسیم	Ca	۸/۰	۵/۵	۸/۶
منیزیم	Mg	۳/۶	۳/۰	۳/۰
سدیم	Na	۶/۵	۴/۹	۸/۶
بر	B	۰/۳۳	-*	-
SAR**	-	۲/۷	۲/۴	۳/۶
کلاس در طبقه بندی ویلکوکس	-	C_3-S_1	C_3-S_1	C_3-S_1

* به علت محدودیت امکانات آزمایش و نمونه برداری، آزمایش فقط یکبار در خرداد ماه انجام شده است.

** میزان جذب سدیم (Sodium adsorption rate)

نمودار شماره (۱): مقایسه ارزش فعلی هزینه سرمایه ای و جاری روش های مختلف تصفیه فاضلاب شهر جویبار با در نظر گرفتن قیمت هر کیلو وات ساعت برق برابر ۱۰۰ ریال





نمودار شماره ۲: الگوی کشت اراضی کشاورزی دست شهر جویبار

۴ - گزارش مطالعات مرحله اول، جمع آوری و دفع آب‌های سطحی، جمع آوری و تصفیه فاضلاب شهر جویبار» شرکت مهندسین مشاور آب محیط، دی ماه ۱۳۷۲.

۵ - سازمان حفاظت محیط زیست، معاونت تحقیقاتی: «استاندارد خروجی فاضلاب‌ها» دفتر محیط زیست انسانی ۱۳۷۳.

۶ - سازمان برنامه و بودجه، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، وزارت نیرو - استاندارد مصرفی آب: «ضوابط فنی بررسی و تصویب طرح‌های تصفیه فاضلاب شهری» نشریه شماره ۳ - ۱۲۹، سازمان برنامه و بودجه ۱۳۷۲، ۷۲/۰۰/۵۳.

۷ - سازمان برنامه و بودجه، معاونت فنی، دفتر فنی: «فهرست بهای واحد عملیات ساختمان راه، باند فرودگاه و زیر سازی راه آهن» سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات تهران، ۱۳۶۹.

بصورت سری پیش بینی شده است و متعاقب آن ته نشینی در استخرهایی با زمان ماند ۲ روز بر اساس مقایسه‌های فنی و اقتصادی به عنوان مناسبترین راه حل تصفیه فاضلاب شهر جویبار پیشنهاد شده است.

کتابنامه:

- ۱ - مدیریت اقتصادی آب و فاضلاب: «کارنامه آب و فاضلاب کشور سال ۱۳۷۰».
- ۲ - «مطالعات زیست محیطی طرح منطقه‌ای گیلان و مازندران» جلد اول، مرکز مطالعات و تحقیقات شهر سازی و معماری وزارت مسکن و شهر سازی، اردیبهشت ۱۳۶۹.
- ۳ - وزارت نیرو - امور آب «ره‌نمودهایی در سیاستگذاری مدیریت آب، نتیجه‌گیری از مقالات اصلی کنفرانس آب سازمان ملل متحد» نشریه ۷۶، وزارت نیرو، بهمن ۱۳۷۱.

- 12 - U.S. Environmental Protection Agency : "Process Design Manual for sludge treatment and Disposal " EPA 625 /1-79-011 , EPA center for Environmental Research Information Technology Transfer, washington, D.C. September , 1979.
- 13 - Standard Methods for the examination-of water and waste water, 16 th ed American public Health Association,pp 2-57-2-59.
- 14 - Canter, Larryw : " Environmental Impact Assessment" Mc Graw-Hill,INC, 1977.
- 15 - Vernick,A.S, E.C. Walker:" hand book of wastewater Treatment Processes "
- ۸ - «دستور العمل بررسی های اقتصادی منابع آب» وزارت نیرو، امور آب - دفتر فنی، مرداد ماه ۱۳۶۵.
- ۹ - آپزر، ر.س، وست کات، د.و « کیفیت آب برای کشاورزی» حاج رسولیها، ش. مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول ۱۳۶۴.
- ۱۰ - «آمار کیفیت رودخانه های ایران» قسمت اول - حوزه آبریز دریای خزر، وزارت نیرو - سازمان تحقیقات منابع آب .
- 11 - " Who Health Guidlines for use of wastewater in Agriculture and Aquaculture " Regional Training course on Low cost wastewater treatment Technology, Amman , 1991.