مجله بهداشت ایران
سال چهاردهم ـ شماره ۱ تا ۴ـ ۱۳۶۴ (۶۱ ـ ۵۱)

سودمندی برکه اکسایش بطور سری در تصفیه فاضلاب شهری*

مهندس محمود اسدی**

کلمات کلید : تصفیه فاضلاب ـ برکه اکسایش ـ پولاد شهر ـ اصفهان

خلاصه:

برکه اکسایش فاضلاب یکی از اقتصادی‌ترین روشها برای تصفیه فاضلاب بخصوص در مناطق کم‌درآمد ،خشک و کم‌آب دنیا محسوب میشود . در مناطق روستایی ، شهرهای‌کوچک و حتی درشهرهای بزرگ میتوان‌از این روش برای‌تصفیه فاضلاب استفاده‌کرد . برکه اکسایش فاضلاب نیاز به وسایل فنی و افراد متخصص نداشته و پساب حاصل از برکه‌ها را میتوان‌در کشاورزی نیز مورد استفاده قرار داد ، یا در آب جاری پذیرنده تخلیه کرد .

بمنظور بررسی چگونگی سودمندی برکه اکسایش بطور سری در تصفیه فاضلاب شهری، کار تصفیه‌خانه‌فاضلاب پولادشهر موردبررسی قرارگرفت . تصفیه‌خانه‌پولادشهردر۳کیلومتری محدوده‌شهر واقع واز دوسری هفت‌تائی برکه‌تشکیل یافته‌است . زمان ماندداین‌تصفیه‌خانه بیست‌وچهار روز و بارمواد آلی ۸/۳۶ گرم در مترمربع در روز میباشد . سطح کل‌حوضچه‌ها ۱۴۹،۵۰۰ مترمربع و حجم آنها ۲۸۸،۸۵۰ مترمکعب میباشد . فاضلاب پودلاشهر پس از عبور شبکه اصلی وارد محدوده تصفیه‌خانه میشود و در محل ورود به تلمبه‌خانه ازیک‌شبکه اشغالگیر عبور می‌کند که مواد درشت در جلوی شبکه آشغالگیر مانده و بداخل تلمبه‌خانه نمی‌رود سپس فاضلاب بوسیله ۳ عدد تلمبه غوطه‌ور بداخل برکه‌ها هدایت می‌شود . دبی

---

*این تحقیق با کمک مالی امور پژوهشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی بوسیله دانشکده بهداشت دانشگاه تهران بمورد اجراء گذارده شده است .

**گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت ، دانشگاه تهران ، صندوق پستی شماره ۳۹۱۸ ـ ۱۱۳۶۵

فاضلاب ورودی باین تصفیه‌خانه ۵۰۰ مترمکعب در ساعت میباشد میانگین(بی .او .دی) [۱] (سی .او .دی) [۲] و ازت کل که ۳ عامل مهم کیفیت فاضلاب میباشند در فاضلاب بترتیب ۱۰۴/۲ و ۱۹۴ و ۶۸ میلیگرم در لیتر و در پساب برکه‌های اکسایش به ترتیب ۲۸ و ۵۸ و ۱۴ میلیگرم در لیتر بودند که بترتیب ۷۳ و ۷۰ و ۷۱ درصد کاهش داشته‌اند . باتوجه به این مسئله که آزمایشها روی پساب صاف نشده و حاوی جلبک انجام شده است این میزان کاهش نشان‌دهنده عملکرد خوب برکه‌های اکسایش میباشند .

منحنی تغییرات‌ماهیانه اکسیژن محلول نشان‌میدهد که معمولا "کمترین مقداراکسیژن محلول در حوضچه‌ها در ماه آذر و دی و بیشترین مقدار آن در ماه تیر میباشد . پساب در این تصفیه‌خانه برای آبیاری زمینهای کشاورزی با کشت گندم ، ذرت علوفه‌ای ، بذرچمن و زبان گنجشک مورد استفاده قرار میگیرد و نتیجه آن نیز مطلوب می‌باشد . ازنظر اقتصادی هزینه سرمایه‌گذاری این نوع سیستم تصفیه برای هر نفر ۶۱۷/۵ ریال و ماهیانه مبلغ ۳۵ ریال و مخارج نگهداری و اداره تصفیه‌خانه است که در مقایسه با هزینه سیستم لجن فعال که برای هر نفر ۴۰۰۰ ریال است بسیارمقرون‌بصرفه و همچنین‌درجهت قطع وابستگی‌بسیار سودمند می‌باشد .

مقدمه:

برکه‌اکسایش [۳] که بنامهای مختلف خوانده میشود از یک یا چند حوضچه تشکیل شده است . در این برکه‌ها از یک طرف فاضلاب وارد از طرف دیگر پساب با کیفیت بهتر خارج میگردد . (۴ و ۸) . در این حوضچه‌ها ته‌نشین شدن مواد جامد و اکسایش مواد آلی تواما انجام می‌شود . اصول تصفیه فاضلاب در این نوع تصفیه مانند روشهای لجن‌فعال [۴] وپالای ریزشی [۵] می‌باشد با این تفاوت که در این روش علاوه بر باکتریها ، جلبکها نیز نقش‌مهمی را درعمل تصفیه و تامین اکسیژن موردنیاز به‌عهده دارند (۷ و ۹) .بدین‌معنی‌که‌باکتریهای

۱- BOD

۲- COD

۳- *Stabilization Pond,Oxidation pond, Sewage Lagoon,Maturation pond, Redox pond, anaerobic pond , Facultative pond, aerobic pond.*

۴- *Activated sludge.*

۵- *Trickling Filter.*

هوازی مواد آلی قابل تجزیه فاضلاب را به مواد اکسایش‌شده‌ای تبدیل می‌نمایند واین‌مواد اکثرا" غذای قابل استفاده جلبک‌ها را تامین می‌کنند . جلبکها پس از استفاده از آنها به کمک نور خورشید با پدیده فتوسنتز مقدار زیادی اکسیژن تولید می‌نماید که این اکسیژن جهت رشد و نمو باکتریها و حفظ شرایط هوازی تجزیه مورد استفاده قرار می‌گیرد . تجزیه مواد آلی در برکه‌های اکسایش معمولا" در شرایط هوازی انجام میشود ولی در بعضی شرایط و طرحها حالت ناهوازی یا هوازی ناهوازی (اختیاری) نیز در برکه بوجود می‌آید . طریقه هوازی موثرترین روش برای کاهش موادآلی موجود در فاضلاب میباشد که احتیاج به‌اکسیژن محلول مداوم دارد . در روش ناهوازی باکتریهای ناهوازی اکسیژن مورد نیاز خود را از اکسیژن ترکیبات موجود در فاضلاب بدست می‌آورند . بطور کلی مهمترین فعل وانفعالاتی که در برکه‌های اکسایش فاضلاب انجام میشود عبارتند از:

ـ اکسایش مواد آلی بوسیله باکتریهای هوازی
ـ تبدیل ازت از شکل یون آمونیم به نیترات ، بوسیله باکتریهای اتوتروفیک
ـ کاهش مواد آلی بوسیله باکتریهای ناهوازی در لایه‌های رسوب کف برکه .
ـ اکسیژن‌دار شدن سطح برکه بوسیله جلبکها در مقابل نور خورشید (۶ و ۹)

مهمترین عواملی که در اکسایش موادآلی فاضلاب موثرند عبارتند از: میزان‌اکسیژن محلول ، PH محیط و تعداد و نوع میکروارگانیسم ها ،نوروسایرعوامل‌اقلیمی(۱۰و۱۱و۳و۵)

محل اجرای‌طرح و وضع‌اقلیمی آن ـ جهت مطالعه‌سودمندی برکه‌اکسایش،تصفیه‌خانه بیولوژیکی پولادشهر انتخاب شد . پولادشهر در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان و در ده کیلومتری کارخانه ذوب آهن در دره زاینده رود قرار دارد .

طول جغرافیائی ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و عرض جغرافیائی آن ۳۲ درجه و ۲۹ دقیقه نسبت به گرینویچ‌می‌باشد .ارتفاع آن از سطح خلیج فارس ۱۶۶۴/۶ متر است . اختلاف دما در روز و شب زیاد ، حداقل درجه حرارت ۱۵/۶ زیر صفر و حداکثر آن به۴۱ درجه سانتیگراد می‌رسد . دمای متوسط سالیانه ۱۵/۵ درجه سانتیگراد است . رطوبت هوا ناچیز ، بارندگی سالیانه‌کم و حدود۵ماه از سال بدون بارندگی‌می‌باشد .میانگین بارندگی سالیانه ۱۷۳/۰۷ میلیمتر است . تعداد متوسط روزهای یخبندان ۷۵/۵ روز در سال‌است . سرعت باد۲/۵۵ متر در ثانیه می‌باشد . حداکثر تابش آفتاب روزانه در سال ۱۳/۲ساعت و حداقل تابش‌آفتاب روزانه ۵/۸ ساعت است . متوسط مجموع ساعات تابش‌آفتاب‌درسال ۳۲۶۶/۶ ساعت می‌باشد .

محل تصفیه‌خانه بیولوژیکی در شمال شرقی پولادشهر و نزدیکترین فاصله آن تا محدوده شهر ۳ کیلومتر است. تصفیه‌خانه فاضلاب پولادشهر از ۷ برکه که بطور سری عمل می‌کنند تشکیل یافته است. اولین برکه خود از ۸ حوضچه مجزا (I_1، I_2، I_3، I_4، I_5، I_6، I_7، I_8) به‌ابعاد ۳۰×۵۰ متر، ارتفاع آبگیر از کف برکه حداقل ۱/۵۵ و حداکثر ۲/۳۳ متر، برکه دوم تا پنجم هر یک از دو حوضچه به ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر و برکه ششم و هفتم هر یک‌از یک حوضچه به ابعاد ۲۵۰×۷۵ متر و ارتفاع آبگیر ۱/۹۰ متر تشکیل شده است. حوضچه شماره ۸ به عرض ۲۰ و طول ۱۲۰۰ متر برای ذخیره فاضلاب در مواقع قطع برق پیش‌بینی شده است که فاضلاب با نیروی ثقل وارد آن می‌شود (شکل شماره ۱).

روش بررسی ونتایج: حجم فاضلاب‌از روی میزان آب‌مصرفی با توجه به‌ضریب‌تبدیل ۰/۷ به میزان ۱۲۰۰۰ مترمکعب در روز برای جمعیت ۲۰۰۰۰ نفر یعنی ۶۰۰ لیتر برای‌هر نفر در روز برآورد شد و دبی توسط فاضلاب‌ورودی به برکه‌ها ۵۰۰ مترمکعب در ساعت‌است. به منظور بررسی کیفیت فاضلاب ورودی و پساب برکه‌ها در ساعات ۸ تا ۹ و ۱۳ تا ۱۴ روز نمونه‌برداری صورت‌می‌گرفت و برای تعیین اکسیژن محلول برکه‌ها، نمونه از اعماق ۰/۲ و ۰/۸ عمق کل برداشت می‌شد.

بر روی نمونه‌های برداشت‌شده آزمایش‌های دما، کدورت، قلیائیت، اکسیژن‌محلول، مواد جامد معلق، ازت آلی، ازت آمونیاکی، نیترات، نیتریت، BOD و COD و فسفات به روشهای‌استاندارد (۱۲) انجام گردید. درصد کاهش عوامل BOD و COD و ازت‌کل درپساب برکه‌ها با فاضلاب ورودی مورد مقایسه قرار گرفت. نمونه‌برداری و انجام آزمایشها به‌مدت ۱۰ ماه از مهرماه سال ۱۳۶۰ لغایت تیرماه شصت یک انجام شد.

میانگین BOD در فاضلاب ورودی ۱۰۴/۲ میلی‌گرم در لیتر (بعلت مصرف زیاد آب) و در نتیجه بار مواد آلی ورودی عبارت بوده‌است از:

گرم در روز ۱۲۵۰۵۲۰ = گرم در متر مکعب ۱۰۴/۲۱× متر مکعب در روز ۱۲۰۰۰

گرم درمترمربع درروز ۸/۳۶ = مترمربع سطح کلی ۱۴۹۵۰۰ : گرم در روز ۱۲۰۵۲۰

بار هیدرولیکی نیز عبارتست از ۸۰/۳ لیتر در متر مربع در روز و با توجه به حجم کلی برکه‌ها و فاضلاب ورودی زمان ماند عبارتست از:

روز ۲۴ = ۱۲۰۰۰ : ۲۸۸۸۵۰

چگونگی کیفیت فاضلاب در مدت زمان ۱۰ ماه بررسی و کیفیت پساب خروجی از برکه‌ها به طور سری در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

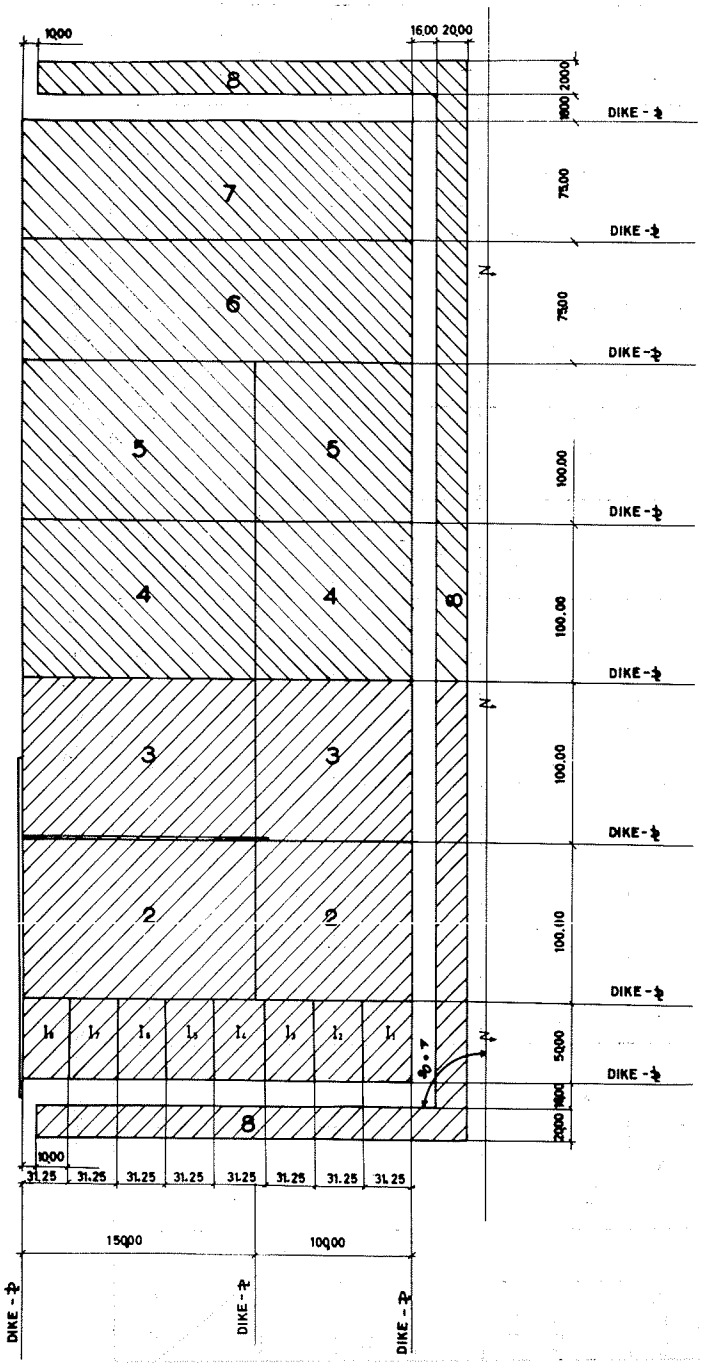


FIG. 1 OXIDATION PONDS

SC 1:2000

مهندس محمود اسدی

جدول۱ ــ چگونگی تصفیه فاضلاب‌شهری در برکه‌اکسایش بطورسری در سال ۱۳۶۰ــ۱۳۶۱ (مهر۶۰ لغایت تیرماه ۶۱)

آزمایش / مشخصات		درجه حرارت C°	PH	کدورت FTU	قلیائیت کل به حسب $caco_3$ میلی گرم در لیتر	BOD_5 C°_{20} میلی‌گرم در لیتر	COD میلی گرم در لیتر	مواد جامد میلی گرم در لیتر	مواد معلق میلی گرم در لیتر	ازت کل میلی‌گرم در لیتر	نیتریت‌به حسب No_2 میلی گرم در لیتر	نیترات به حسب No_3 میلی گرم در لیتر	فسفات به حسب P میلی گرم در لیتر
فاضلاب ورودی	$\overline{X}$	۱۸/۷	۷/۶	۲۷/۶	۲۵۰	۱۰۴/۲	۱۹۴	۱۴۶۱	۱۷۱	۶۸/۶	(۰)	۰/۷	۸/۸
	S	۰/۸	۰/۱	۵	۱۲/۵	۱۰	۲۰	۱۳۸	۴۹	۵۷	(۰)	۰/۲	۱/۷
	n	۰/۱	۵۹	۶۰	۵۸	۶۴	۶۴	۶۰	۶۰	۵۵	—	۵۵	۵۵
پساب خروجی	$\overline{X}$	۱۲/۸	۸/۱	۲۰/۶	۲۴۰	۲۸	۵۸	۱۱۴۱	۶۹	۱۴	۰/۰۵	۱/۹	۷/۳
	S	۵/۵		۲/۸	۱۹/۵	۱۰/۸	۱۰/۵	۹۴	۲۶	۸/۵		۰/۵	۱/۳
	n	۶۱	۵۹	۶۱	۵۸	۶۵	۶۵	۶۰	۶۰	۱۰	۵۱	۵۲	۵۰
درصد کاهش یا افزایش		۳۱/۵	۶	۲۵/۴	۴	۷۳	۷۰	۲۲	۶۰	۷۱	—	۱۷۱	۱۷

$\overline{X}$ = میانگین n = تعداد نمونه S = انحراف معیار

تجزیه و تحلیل نتایج: با مطالعه جدول ۱ مربوط به نتایج آزمایشهای انجام شده می‌توان بازده برکه‌اکسایش را بروی عوامل مختلف موردتجزیه و تحلیل قرار داد. میانگین BOD، COD و ازت کل که سه عامل مهم کیفیت فاضلاب هستند در فاضلاب به ترتیب ۱۰۴/۲ و ۱۹۴ و ۶۸ میلی‌گرم در لیتر و در پساب برکه‌های اکسایش بطور سری بـه‌ترتیب ۲۸ و ۵۸ ز ۱۴ میلی‌گرم در لیتر بودند.

کاهش عوامل BOD ، COD و ازت کل به‌ترتیب عبارتند از ۷۳ و ۷۰ و ۷۱ درصد آزمایش‌ها بر روی پساب صاف شده حاوی جلبک انجام شده است، این میزان کاهش نشان دهنده عملکرد خوب برکه اکسایش می‌باشد. درصورت جداکردن جلبک‌ها از پساب، کاهش عوامل فوق بیشتر خواهدبود. متوسط کاهش عوامل کدرورت، مواد معلق و فسفات به‌ترتیب به‌میزان ۱۵ و ۶۰ و ۱۷ درصد می‌باشد. همچنین PH که‌پساب خروجی بیش‌از فاضلاب‌ورودی است. این امر بعلت فعالیت جلبک‌ها می‌باشد زیرا آنها انیدرید کربنیک را در برابر نور خورشید می‌گیرند.

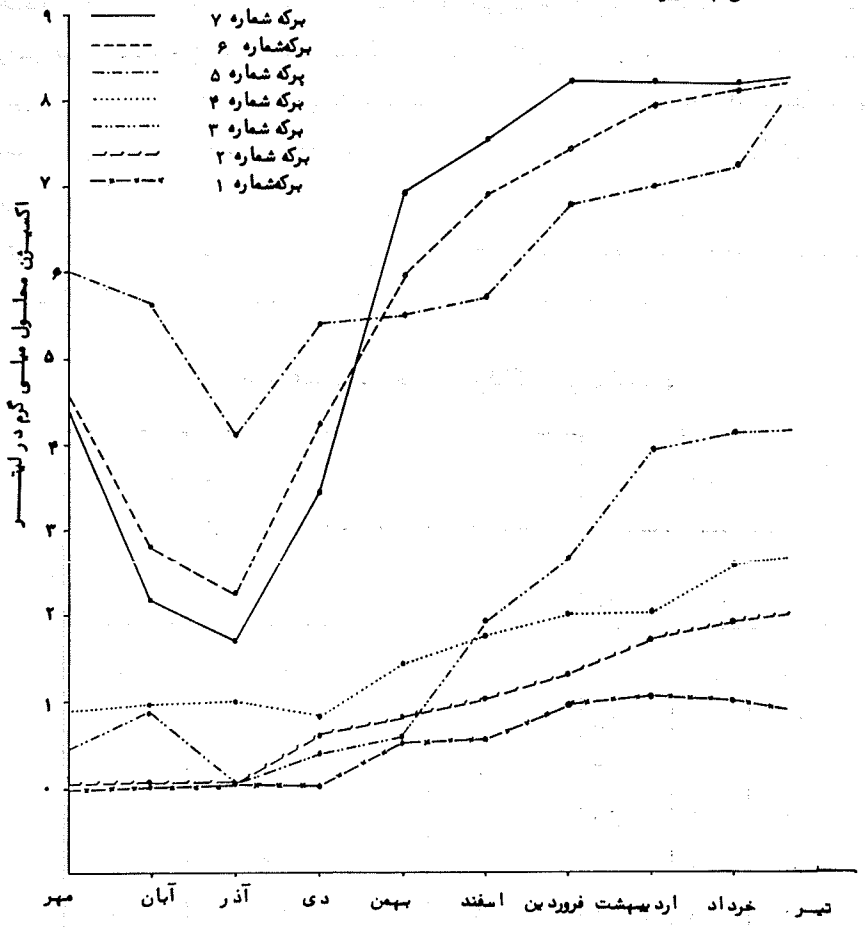
PH در مدت روشنائی روزبالا می‌رود. منحنی‌تغییرات ماهانه اکسیژن‌محلول نشان‌میدهد که معمولا" کمترین مقدار اکسیژن محلول در ماه آذر و دی و بیشترین مقدار آن در تیر ماه

جدول ۲مقایسه عملکرد برکه‌اکسایش بطورسری

تعداد برکه	میـزان بارگذاری گرم BOD درمترمربع در روز	زمان ماند بحسب روز	درصد کاهش		
			BOD	COD	N
۱	۱۰۹	۱/۹	۵۵	۵۴	۵۷
۲	۳۵	۵/۸	۵۸	۵۷	۵۹
۳	۲۱	۹/۸	۶۲	۵۸	۶۱
۴	۱۵	۱۳/۸	۶۵	۵۹	۶۳
۵	۱۲	۱۷/۷	۶۸	۶۱	۶۵
۶	۱۰	۲۱	۷۱/۵	۶۵	۶۷
۷	۸/۷	۲۴	۷۳	۷۰	۷۱

است. تغییرات اکسیژن محلول را میتوان در شکل ۲ مشاهده کرد. نتایج آزمایش‌نشان می‌دهد که اکسیژن محلول دراکثر آزمایشها در حوضچه شماره۱ و ۲ صفر و در حوضچه‌های شماره ۵ و ۶ و ۷ غالبا "بالای صفر است. باتوجه به مطالعات بیشتر در مورد پلانکتون‌های حوضچه‌ها و اکسیژن محلول آنها احتمالا "می‌توان پرورش کپور ماهیان را در اینگونه‌برکه‌ها مورد مطالعه قرار داد.

شکل ۲ تغییرات ماهیانه اکسیژن محلول در برکه ها



پساب حاصله از برکه‌هادر آبیاری زمین‌های کشاورزی مصرف می‌شود . وسعت زمینهای زیر کشت و نوع محصولاتی که ازسال ۱۳۵۸ تا ۱۳۶۰ تولید می‌گردد بقرار زیر است :

سال ۱۳۵۸ ــ کشت گندم و ارزن جمعا " ۲۴ هکتار و بذر چمن یک هکتار .

سال ۱۳۵۹ ــ کشت گندم و ذرت علوفه‌ای حدود ۵۰ هکتار و زبان گنجشک ۱۰هکتار

سال ۱۳۶۰ ــ کشت گندم و ذرت علوفه‌ای ۵۵ هکتار و زبان گنجشک حدود ۱۰هکتار

آب موردنیاز جهت کشت محصولات‌فوق علاوه‌بر پساب از دو حلقه چاه نیز تامین‌میگردید.

ارزیابی برکه اکسایش فاضلاب پولادشهر ازنظر اقتصادی

هزینه برکه اکسایش فاضلاب پولادشهر براساس فهرست بهای سال ۱۳۵۹ که ازطرف سازمان برنامه و بودجه منتشر شده است بشرح زیر برآورد میشود (۴) .

ــ ماشین‌آلات تلمبه‌خانه	۶۰۰۰۰۰ ریال
ــ ساختمان تلمبه‌خانه	۷۵۰۰۰۰ ریال
ــ خاکبرداری حوضچه و خاکریزی	۵۰۰۰۰۰۰ ریال
ــ کوبیدن و سنگ‌چینی حوضچه‌ها	۶۰۰۰۰۰۰ ریال

که مجموعا " مبلغ ۱۲۳۵۰۰۰۰ ریال هزینه تصفیه‌خانه بیولوژیکی فاضلاب‌پولادشهر است که با توجه به جمعیت این شهر (بیست‌هزار نفر) ، هزینه این نوع تصفیه برای هرنفر ۶۱۷/۵ ریال می‌گردد .

برآورد هزینه نگهداری

ــ دونفر کارگر روز کار + قسمتی از خدمات مسئول شبکه و تصفیه‌خانه فاضلاب	۵۰۰۰۰۰ ریال
ــ سرویس و خدمات	۶۰۰۰۰ ریال
ــ مصرف برق	۱۲۰۰۰۰ ریال
ــ مخارج متفرقه	۲۰۰۰۰ ریال

که مجموع هزینه‌های فوق ۷۰۰۰۰۰ ریال میشود . لازم به تذکر میباشد که‌هزینه‌های ذکر شده در بالا ماهیانه است و باتوجه به جمعیت منطقه ، هزینه نگهداری برکه اکسایش برای هر نفر در ماه ۳۵ ریال‌می‌شودکه هزینه سالیانه آن برای هر نفر ۴۲۰ ریال میگردد .

خانگی که توسط شرکت پلی‌آکریل ساخته شده است را مورد بررسی قرار میدهیم . در سال ۱۳۵۹ توسط شرکت پلی‌آکریل سیستم تصفیه فاضلاب خانگی برای حدود ۲۵۰۰ نفرساخته و نصب گردید (۲) . این سیستم برای شرکت پلی‌آکریل حدود ۱۰۰۰۰۰۰۰ (ده میلیون) ریال هزینه برداشته است . لازم به تذکر است که قیمت فوق شامل دستگاهها و نصب آنها میباشد و هزینه‌های آموزشی و راه‌اندازی و غیره در این رقم بحساب نیامده است . باتوجه به جمعیتی که از این سیستم استفاده میکنند هزینه این نوع تصفیه برای هر نفر ۴۰۰۰ ریال می‌شود که درحدود ۶/۵برابر هزینه برکه اکسایش فاضلاب برای هر نفر میباشد . بنابراین درصورت وجود زمین و شرایط اقلیمی مناسب کاربرد این روش تصفیه فاضلاب را میتوان ازنظر فنی و اقتصادی توجیه نمود و آنرا بر دیگر روشهای تصفیه بیولوژیکی‌رجحان داد زیرا :

ـ هزینه‌نگهداری و بهره‌برداری آن ناچیز است .

ـ هزینه ایجادآن در مقایسه‌با سایر روشهای‌تصفیه بیولوژیکی‌ناچیزو ازنظراقتصادی مقرون به صرفه‌است .

ـ باتوجه به کمبود آب درایران امکان استفاده مجدد از پساب در کشاورزی فراهم می‌شود . درصورت کاربردآن بطورسری میتوان پرورش ماهی‌و همچنین باجمع‌آوری‌جلبکهای حاصله پرورش طیور را مورد توجه قرار داد .

ـ در جهت قطع وابستگی به وسایل فنی و خودکفائی سودمند است .

ـ برای بهره‌برداری از ، آن نیاز به افراد متخصص نیست .

مشکلات حاصله از قبیل وجود حشرات ، بو و علفهای هرز را میتوان به سادگی با استفاده از یک لایه‌نازک نفت‌سفید ، گازوئیل و یا محلول۲ درصد ددت یا دیگرحشره‌کشها قرارگرفتن برکه درجهت وزش باد ، هوازی بودن برکه و بریدن علفها حل نمود (۱) .

تشکر:

بدینوسیله از همکاریهای صمیمانه آقایان مهندس دهقان و غیاثی در کارخانه ذوب آهن اصفهان ،آزمایشگاه آب‌و فاضلاب مرکزبهداشت پولاد شهرو آقای‌ماشااله رزمی تکنسین ایستگاه تحقیقات پزشکی اصفهان سپاسگزاری می‌نماید .

منابع

۱ ــ اسدی ، محمود و رازقی ، ناصر (پائیز ۱۳۵۴) "کاربرد برکه تثبیت برروی‌تصفیه فاضلاب صنایع نساجی در اصفهان" بهداشت ایران ، شماره سوم صفحه . . . . . .

۲ ــ امین جواهری ، مهدی (۱۳۶۰) سیستم تصفیه فاضلاب‌انسانی کارخانه پلی‌آکریل ایران

۳ ــ خلدانی ، آصف (۱۳۵۶) " تصفیه فاضلاب " مهندس مشاور سانو ــ تهران

۴ ــ سازمان‌برنامه‌وبودجه (اردیبهشت‌ماه ۱۳۵۹) فهرست‌های واحدکارهای ساختمانی تهران

۵ ــ سلیمانی‌فرد ، حسن (۱۳۵۳) کاربرد برکه تثبیت در تصفیه فاضلاب شهرتهران پایان‌نامه برای دریافت درجه فوق‌لیسانس‌علوم‌بهداشتی در رشته مهندس بهسازی شماره ۷۱۵ دانشکده بهداشت ، دانشگاه تهران

6 - *Fair G.M., Geyer J.C. (1966). "Water Supply and Wastewater Disposal". John Wiley and Sons, Inc. New York, London,Sydney.*

7 - *Arceivala (1970). "Waste Stabilization Ponds". C.P.H. E.R.I. Nagpur, India.*

8 - *Gloyna E.F. (1971)."Waste Stabilization Ponds".W.H.O. Geneva, London.*

9 - *Gloyna E.F. and Echenfelder W.W. Jr. (1971)."Advances in Water Quality Improvement". University of Texas Press. Austin, London.*

10- *Government of Iran, Ministry of Health (1961). Sewage Stabilization Lagoon, Sanitary Engineers Report Tehran.*

11- *Metcalf & Eddy, Inc. (1979). "Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Revised TATA McGRAW-Hill Publishing Company Ltd. New Dehli.*

12- *APHA AWWA WPCF (1975) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA,1015 Eighteen street, N.W. Washington, D.C. 20036.*