

طرح مدیریتی استفاده مجدد از پساب تصفیه شده (مطالعه موردی: شهرک اکباتان)

دکتر علی ترابیان *
مهندس مهرنوش مطلبی **

چکیده

با توجه به رشد جمعیت، ارتقای سطح زندگی و کاهش سرانه آب و از سوی دیگر محدود بودن منابع آبی، دسترسی به منابع آبی جدید ضروری است. از آنجایی که تصفیه پساب نسبت به سایر روشهای تهیه آب شیرین، مقرون به صرفه می باشد و از سوی دیگر جهت حفظ محیط زیست ملزم به تصفیه فاضلاب برای تخلیه به محیط زیست است، به منظور جلوگیری از بیپرده شدن مفهوم تصفیه، بهتر آن است که این پساب مورد مصرف مجدد قرار گرفته و به هدر نرود. از جمله موارد استفاده مجدد از پساب تصفیه شده می توان به مصارف شهری، کشاورزی، تفریحی، آبی-پروری، تغذیه آبهای زیرزمینی و شرب اشاره کرد. در این مقاله امکان استفاده مجدد از پساب تصفیه خانه فاضلاب اکباتان بر اساس طرح مدیریتی ارائه شده بررسی گردید. در این راستا، علاوه بر بررسی کیفیت خروجی به لحاظ عوامل فیزیکی، شیمیایی و میکروبی موارد دیگر از قبیل عوامل اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی نیز در نظر گرفته شده اند و در نهایت آنالیز هزینه - فایده در مورد گزینه مصرف مجدد انتخابی انجام شده است.

کلید واژه

پساب تصفیه شده، مصرف مجدد، بازیافت، مدیریت، هزینه- فایده.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۰/۱۰/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۱/۱۱/۱۴

* دانشیار گروه مهندسی عمران محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران.

** دانش آموزانه کارشناسی ارشد رشته برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران.

سرآغاز

با توجه به رشد روز افزون جمعیت و به دنبال آن افزایش تقاضا جهت آب و از سوی دیگر با توجه به محدود بودن منابع آب، اهمیت استفاده مجدد از پساب به عنوان منبعی قابل اطمینان جهت تأمین آب و حفظ محیط زیست بیش از پیش آشکار می‌گردد. با آنکه $\frac{4}{5}$ از سطح کره زمین را آب پوشانده است، تنها بخش کوچکی از این مجموعه را آبهای شیرین تشکیل می‌دهند که این مقدار نیز به طور یکنواخت در سطح کره زمین توزیع نشده است و تنها ۶۲ درصد از تمامی آبهای دریاچه‌های شیرین، رودخانه‌ها و آبهای زیرزمینی قابل دسترس برای مصرف جهت انسان است (Rowe and Abdelmagid, 1995).

نرخ رشد جمعیت جهانی اکنون ۸۰ میلیون نفر در سال است و پیش‌بینی می‌شود که طی چند دهه آینده تقریباً همین تعداد هر ساله بر جمعیت جهان افزوده شود، به طوری که در سال ۲۰۵۰، جمعیت کره زمین به $\frac{9}{4}$ میلیارد نفر خواهد رسید. همچنین به نظر می‌آید تقریباً ۶۰ درصد رشد پیش‌بینی شده جمعیت در آسیا رخ دهد. ایران نیز در چند دهه اخیر از رشد جمعیتی بالایی برخوردار بوده است. به طوری که در حد فاصل سالهای ۱۳۴۵ تا ۱۳۷۵ جمعیت ۲۵ میلیونی ایران به $\frac{2}{5}$ برابر افزایش پیدا کرده است.

قاره آسیا که ۶۰ درصد جمعیت دنیا در آن ساکن است، تنها ۳۶ درصد از منابع آب تجدیدشونده جهان را دریافت می‌دارد و به دنبال آن ایران که حدود یک درصد از جمعیت دنیا در آن ساکن است، تنها $\frac{0.36}{100}$ درصد از منابع آب تجدیدشونده جهان را داراست (جهانی، ۱۳۷۹).

از آنجایی که فاضلاب‌ها در زمره آبهای شیرین ولی آلوده محسوب می‌شوند و هزینه تصفیه آنها بمراتب کمتر از دیگر روشهای تهیه آب است، مصرف مجدد فاضلاب به منظور جبران کمبود برخی از نیازهای آبی مطرح می‌باشد. بعلاوه پساب‌های شهری بندرت تحت تأثیر خشکسالی قرار می‌گیرند، بنابراین استفاده مجدد از پساب می‌تواند منبعی قابل اطمینان جهت سالهای خشک و کم باران باشد.

تاریخ دقیق آغاز استفاده مجدد از پساب در دنیا مشخص نمی‌باشد و بدرستی معلوم نیست که فکر جالب تبدیل پساب‌های

به ظاهر مضر و خطرناک به منبعی ارزشمند، از چه زمانی آغاز شده است، اما بررسی پیشینه استفاده از پساب‌ها نشان می‌دهد که سابقه به کارگیری پساب‌ها در آبیاری به قرن‌ها پیش باز می‌گردد. کهن‌ترین سابقه مدون در استفاده از پساب به سال ۱۵۳۱ میلادی در شهر بانزلو آلمان برمی‌گردد (جلی، ۱۳۷۸).

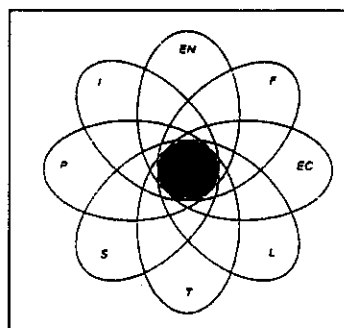
استفاده مجدد از پساب در مناطق خشک دنیا خصوصاً در کشورهای مانند استرالیا، مکزیک، فلسطین اشغالی، عربستان سعودی، افریقای جنوبی و امارات متحده عربی مورد توجه می‌باشد. این مسئله همچنین در کشورهای مانند هند که حفاظت از منابع طبیعی (آب و مواد غذایی) به منظور تولید محصولات کشاورزی مدنظر می‌باشد، مورد توجه قرار گرفته است. همچنین بسیاری از کشورهای دیگر با رژیم رطوبتی، نیمه خشک و خشک به بازیابی و مصرف مجدد از فاضلاب توجه دارند. از جمله کانادا، مصر، فرانسه، آلمان، اندونزی، ژاپن، کویت، اردن، مکزیک، پرتغال، سوریه و انگلستان. به منظور جلوگیری از مخاطرات زیست محیطی و بهداشت عمومی، استانداردهایی جهت کیفیت پساب تصفیه شده برای مصارف مختلف، توسط سازمان‌های ذی‌ربط از جمله WHO^(۱) و EPA^(۲) وضع گردیده است. کشورهای مختلف جهان مستقیماً، یا با اعمال تغییراتی، با توجه به وضع اقتصادی و اجتماعی خود از این استانداردها استفاده می‌کنند (EPA, 1992).

در ایران نیز از سالها پیش، فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گرفته، اما این استفاده مهندسی و بهداشتی نبوده است. استفاده از فاضلاب خام در بعضی مناطق ایران صدها سال قدمت دارد ولی استفاده از فاضلاب تصفیه شده تنها در شهر اصفهان دو سه دهه قدمت دارد. تحقیقاتی در زمینه استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در کشور انجام شده است که به بررسی فنی مسئله می‌پردازد و کمتر به جنبه مدیریتی توجه دارد.

با توجه به کیفیت مورد نیاز، مصرف مجدد فاضلاب به دو بخش اساسی آب شرب و غیرشرب تقسیم می‌شود که آب غیرشرب شامل مصارف کشاورزی، صنعتی، آبی‌پروری و استفاده در پروژه‌های تفریحی و محیط زیستی می‌باشد. استفاده از پساب تصفیه شده و مجدد نیازمند طرحی مدیریتی است. در این تحقیق، طرح مدیریتی مذکور و کاربرد آن مورد بررسی قرار گرفته است.

روش بررسی

هدف در این تحقیق، انتخاب بهترین گزینه مصرف مجدد از پساب تصفیه شده یکی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب غرب شهر تهران می‌باشد. این کار براساس طرح مدیریتی و با در نظر گرفتن کلیه عوامل کیفیتی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی صورت گرفته است. برنامه مدیریتی در نظر گرفته شده در این تحقیق، شامل تحقیقات اولیه، ارزیابی بازار، گزینه‌های مصرف مجدد، آنالیز اطلاعات و در نهایت انجام پروژه می‌باشد. این برنامه توسط Venn و Row پیشنهاد شده است و نمودار Venn در شکل شماره (۱) نشان داده شده است (Row and Abdelmagid, 1995).



شکل (۱): نمودار Venn

این یک روش سیستماتیک به سوی هدف مورد نظر است. آنالیز هزینه-فایده ارتباط بین هزینه‌ها و فواید پروژه را بررسی و معمولاً بر حسب پول رایج توضیح می‌دهد. این بررسی جهت تصمیم‌گیری و اجرای پروژه مورد نیاز می‌باشد. هزینه آب شرب با هزینه‌های تخمینی سیستم بازیافت مقایسه می‌شود و با این مقایسه می‌توان دریافت که آیا فاضلاب بازیافتی با عرضه آب قابل رقابت است یا خیر؟ (Row and Abdelmagid, 1995). برای کاربرد برنامه فوق، لازم است هزینه‌های کلی فاضلاب بازیافتی که از جمع تک تک هزینه‌های پروژه مصرف مجدد به دست می‌آید، محاسبه گردد. برآورد این هزینه‌ها برای ارزیابی و غربال کردن گزینه‌ها ضروری می‌باشد. این نوع برآورد، برآوردی کلی است که در برنامه‌ریزی اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرد و به همین دلیل برای بررسی گزینه‌های مصرف

مجدد استفاده شده است. هزینه‌ها با توجه به فرمول (Pinniti, 2000) محاسبه شده‌اند:

$$\begin{aligned}
 &+ (\text{هزینه های تصفیه فاضلاب}) = (\text{هزینه بهینه}) \\
 &+ (\text{هزینه های ذخیره سازی و حمل و نقل}) \\
 &- (\text{هزینه های کنترل محیط زیستی}) \\
 &(\text{بازگشت محصولات})
 \end{aligned}$$

به منظور کاربرد برنامه مدیریتی مذکور، بررسی استفاده مجدد در تصفیه‌خانه اکباتان جهت کاهش مخاطرات محیط زیستی، با توجه به مسائل مطرح شده در برنامه صورت گرفته است.

منطقه مورد بررسی

تصفیه‌خانه شهرک اکباتان ۸۵۰۰۰ نفر را تحت پوشش دارد. تصفیه در این تأسیسات از نوع بیولوژیکی و به روش لجن فعال با هوادهی طولانی است. میزان دبی متوسط خروجی $840 \text{ m}^3/\text{h}$ است که در حال حاضر پساب خروجی از طریق کانالی به سمت میدان آزادی هدایت شده و در نهایت به نهر فیروزآباد تخلیه می‌گردد. بررسی عملکرد این تصفیه‌خانه در سال ۱۳۷۹ نشانگر درصد حذف بالای آلاینده‌ها در این تصفیه‌خانه است (جدول شماره ۱).

یافته‌ها

به منظور انتخاب گزینه مناسب مصرف مجدد پساب تصفیه‌خانه اکباتان، ابتدا کیفیت فیزیکی و شیمیایی و میکروبی آن طی سال ۱۳۷۹ با استاندارد هر یک از گزینه‌های مصرف مجدد مقایسه گردید. مقایسه کیفیت فیزیکی و شیمیایی پساب خروجی با استانداردهای هر یک از گزینه‌های مصرف مجدد نشان می‌دهد این پساب از کیفیت مناسبی جهت هریک از گزینه‌ها برخوردار است و مشکل اساسی در اکثر موارد در کیفیت میکروبی پساب می‌باشد. بنابراین گندزدایی قبل از مصرف توصیه می‌شود (مطلبی، ۱۳۸۰). در مرحله بعد امکان اجرای گزینه به لحاظ عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی به شرح زیر بررسی گردید:

جدول شماره (۱): بررسی عملکرد تصفیه خانه

پارامتر	میانگین ورودی	میانگین خروجی واحد یک	میانگین خروجی واحد دو	درصد حذف واحد یک	درصد حذف واحد دو	میانگین درصد حذف خروجی
PH	۷/۱۳	۷/۳۸	۷/۳۰	-	-	-
BOD5 (mg/l O ₂)	۲۰۷	۱۵	۱۷	۹۲/۸	۹۱/۸	۹۲/۳
COD (mg/l O ₂)	۳۷۵	۳۰	۳۷	۹۲	۹۰/۱	۹۱/۱
آمونیاک (mg/l N)	۲۹/۳۶	۰/۳۶	۱/۹۵	۹۸/۸	۹۳/۴	۹۶/۰
نیترات (mg/l N)	۱/۴۴	۶/۸۶	۶/۰۲	-	-	-
مجموع مواد جامد معلق (mg/l)	۲۴۰	۷	۹	۹۷/۱	۹۶/۳	۹۶/۷
MPN	-	۲/۶×۱۰ ^۲	۱۷×۱۰ ^۲	-	-	-
CFU	-	۸/۷×۱۰ ^۵	۱/۹×۱۰ ^۵	-	-	-

با بررسی کلیه گزینه‌ها مشخص گردید که گزینه مناسب جهت مصرف مجدد آبیاری، پارک جنگلی چیتگر می‌باشد، زیرا از لحاظ بُعد مکانی، نزدیکترین پارک جنگلی به تصفیه‌خانه است که بخشی از نیاز آبی خود را از آب خام سد کرج برآورده می‌سازد. انتقال آب بازآفتی سبب صرفه‌جویی در مصرف این منبع آب شرب شهر تهران است. همچنین نیاز آبی این پارک تقریباً برابر میزان پساب خروجی این تصفیه‌خانه می‌باشد.

از سوی دیگر امکان ایجاد دریاچه‌ای به‌عنوان مخزن در این پارک وجود دارد که می‌توان امکان کاربری تفریحی را در آن بررسی کرد. علاوه بر آنکه این دریاچه براساس اظهارنظر مسئولان سبب شارژ آبهای زیرزمینی منطقه نیز می‌شود. از این چاهها می‌توان در آبیاری فضای سبز پایین دست منطقه استفاده نمود. در زیر نحوه انتخاب این گزینه با توضیح بیشتر تشریح می‌گردد. پارک جنگلی چیتگر به مساحت ۱۴۵۰ هکتار در شمال غرب تهران واقع شده است. این پارک در سال ۱۳۳۵ توسط سازمان جنگلها و مراتع کشور احداث گردید. این پارک دارای ۱/۵ میلیون اصله درخت، درختچه و نهال است. سوزنی‌برگان ۵۳ درصد و پهن‌برگان ۴۷ درصد گیاهان پارک را تشکیل می‌دهند (زرکوب، ۱۳۷۷).

به دلیل عدم وجود چشمه، یا نهرهای جاری در پارک که بتواند جوابگوی نیازهای آبی منطقه باشد، برطبق موافقت‌نامه‌های مورخ سال ۱۳۴۸ و ۱۳۵۴ ما بین سازمان آب منطقه‌ای و سازمان جنگلها و مراتع کشور، آبیاری پارک جنگلی چیتگر توسط دو انشعاب ۵۰۰ میلیمتری و ۴۵۰ میلیمتری با آبدهی ۴۵۰ لیتر در

امکان استفاده این پساب برای مصارف شهری در موارد آبیاری فضای سبز شهرک اکباتان، محوطه سازمان هواپیمایی آسمان واقع در جنوب تصفیه‌خانه، ایجاد سیستم دوتایی شهرک، آبیاری فضای سبز مناطق شهرداری ۵ و ۹ و آبیاری پارک جنگلی چیتگر وجود دارد. در میان این موارد، آبیاری پارک جنگلی به علت امکان محدودیت دسترسی افراد به پساب در الویت می‌باشد (مطلبی، ۱۳۸۰). از گزینه مصرف کشاورزی به دلیل بعد مسافت بیسن زمین‌های کشاورزی واقع در جنوب شهر تهران و دشت ورامین با تصفیه‌خانه صرف نظر شد.

گزینه مصارف صنعتی نیز به علت پراکندگی صنایع و هزینه بالای انتقال از یک سو و متنوع بودن صنایع و به دنبال آن نیاز به استانداردهای مختلف از سوی دیگر مردود شناخته شد. به علت آنکه آب بازآفتی طبیعتاً گرم می‌باشد، بر طبق نظر کارشناسان جهت پرورش ماهی‌های گرمابی مناسب است. برکه‌های پرورش ماهی‌های گرمابی در تهران در ناحیه جنوب شرقی قرار دارد که انتقال پساب به این منطقه مقرون به صرفه نمی‌باشد. از سوی دیگر کیفیت پساب به لحاظ میکروبی و مواد ازته نیز نامناسب است (مطلبی، ۱۳۸۰).

گزینه پنجم پروژه‌های تفریحی است که کیفیت پساب با گندزدایی جهت این مورد مناسب است. پس امکان استفاده از گزینه تفریحی در کنار گزینه اصلی انتخابی می‌تواند مطرح گردد. همچنین از گزینه مصرف مجدد شرب نیز به لحاظ عدم پذیرش عمومی صرف نظر شد.

ثانیه از خط لوله آب خام سازمان آب تهران که از سد کرج برای تأمین نیاز آبی شهر تهران می‌گذرد، صورت می‌گیرد. هم‌اکنون طبق اظهارنظر مسئولان پارک، میزان آب خام دریافتی ۸۰-۱۰۰ لیتر در ثانیه است. همچنین در پارک نه حلقه چاه حفر شده است که آب تولیدی آن با احتساب ۲۵ لیتر در ثانیه برای ۶۰۰ ساعت کار ماهانه، ۶۷۳۹۲۰ متر مکعب در سال است (زرکوب، ۱۳۷۷). مقدار آب مورد نیاز ناخالص یک هکتار جنگل با توجه به نوع خاک پارک چیتگر، ۱۳۸۵۴ متر مکعب در سال برای ۱۲ ماه آبیاری به میزان ۰/۴۵ لیتر در ثانیه در هکتار برآورد شده است. پس حجم کل آب مورد نیاز، ۲۰۰۰۰۰۰ متر مکعب در سال می‌باشد (زرکوب، ۱۳۷۷).

در حال حاضر با توجه به خشکسالی که از یک سو بر میزان آبدی چاهها اثر می‌گذارد که از سوی دیگر احتمال قطع سهمیه آب خام کرج را شدت می‌بخشد، در آینده این پارک با کمبود آب شدیدتر مواجه خواهد شد.

جهت انتقال پساب تصفیه شده از تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک اکباتان به پارک جنگلی چیتگر، نیاز به لوله‌گذاری و احداث مخزنی در کنار تصفیه‌خانه است. طول مسیر ۹ تا ۱۰ کیلومتر است و لوله‌ای به قطر ۵۰۰ میلیمتر برای انتقال پسابی با دبی $840 \text{ m}^3/\text{h}$ و سرعت $1/19 \text{ m/s}$ مورد نیاز است. افت فشار مسیر $5/08$ متر به ازای هر ۱۰۰۰ متر است. در نتیجه در مسیر ۱۰۰۰۰ متر طول مسیر، ۵۰ متر افت فشار در نظر گرفته می‌شود که باید به سر پمپاژ اضافه شود. همچنین اختلاف ارتفاع این دو منطقه ۵۶ متر است که به ۵۰ متر افزوده و در کل سر پمپاژ ۱۰۶ متری باشد.

هزینه‌های لازم جهت لوله‌گذاری شامل هزینه کندن ترانشه، قیمت لوله داکتیل با حمل، هزینه تست لوله، هزینه اجرای لوله و ... در کل ۵۳۸۱۷۶۱۲۵۰ ریال می‌باشد.

مخزن ۱۰ هزارمتر مکعبی نیز جهت ذخیره در کنار تصفیه‌خانه مورد نیاز است که هزینه‌های احداث آن شامل موارد زیر می‌باشد: هزینه کندن زمین، بتن کاری، قالب‌بندی، پی‌کنی، ایزولاسیون، واتر استاپ و میلگرد در کل ۱۰۴۸۰۵۰۰۰ ریال است. هزینه کل لوله‌گذاری و احداث مخزن، ۶۴۲۹۸۱۱۲۵۰ ریال می‌باشد که با محاسبه ۵٪ مالیات به حساب دارایی، ۷/۸٪

بیمه، ۴۰٪ تجهیز کارگاه، ۳۰٪ ضریب بالا سری و ... کل هزینه در حدود ۹ میلیارد ریال خواهد بود.

هزینه‌ها با توجه به تعرفه‌های برنامه و بودجه برآورد گردید. مقایسه هزینه‌های لوله‌گذاری و انتقال پساب با ارزش طبیعی پارک، علی‌رغم آنکه کار درستی به نظر نمی‌آید، ناگزیر به نمایش ارزش طبیعی پارک به صورت اعداد و ارقام است.

جنگل‌ها یکی از منابع طبیعی اند که ارزش آنها بر کسی پوشیده نیست. از جمله تأمین منابع ژنتیکی، تأثیر بر روی تثبیت آب و هوایی، توریسم و تفریحات. یک وظیفه مهم اکولوژیکی جنگل‌ها نقش آنها در مراحل جذب کربن است که این عمل با پدیده طبیعی تجزیه طبیعی کربن انجام می‌شود.

(Pinniti, 2000) در سال ۱۹۹۲ هزینه جذب یک تن کربن در مناطق گرمسیری را ۵ دلار و مناطق معتدل ۲۰ دلار تخمین زده است. از آنجایی که کشور مکزیک از لحاظ شرایط به ایران نزدیکتر از سایر کشورها می‌باشد، میزان جذب کربن و هزینه دفع آن به عنوان معیار در نظر گرفته شد. میزان تجزیه کربن در کشور مکزیک ۹۹ تن کربن در هکتار و هزینه دفع آن ۴/۵ دلار به ازای هر تن در نظر گرفته می‌شود (Pinniti, 2000).

از آنجایی که پارک جنگلی چیتگر ۱۴۵۰ هکتار مساحت دارد، در نتیجه میزان جذب کربن در سال توسط پارک، ۱۴۳۵۵۰ تن می‌باشد. از سوی دیگر نسبت میزان نشر O_2 به میزان جذب $2/5C$ می‌باشد، پس میزان انتشار اکسیژن در سال توسط پارک، ۳۵۸۸۷۵ تن است. اگر هزینه دفع هر تن کربن را ۴/۵ دلار در نظر بگیریم کل هزینه لازم جهت تجزیه این مقدار کربن و یا به عبارتی سود حاصل از حفظ پارک جنگلی، ۶۴۵۹۷۵ دلار معادل ۵۱۶۷۸۰۰۰۰۰ ریال می‌باشد.

جهت محاسبه ارزش خالص حال (NPV)^(۳) یعنی مجموعه منافع و هزینه‌هایی که طی زمان رخ می‌دهند، بر طبق فرمول شماره (۱) عمل می‌شود (Pinniti, 2000):
فرمول شماره (۱):

$$\frac{Bt - Ct}{t(1 - r)^t}$$

Bt سود حاصل در زمان t

r و نرخ تنزیل

Ct هزینه حاصله در سال t

نمی‌باشد، مرکز تفریحی نیز در پارک احداث گردیده است. علاوه با جلوگیری از تخلیه پساب ضمن کاهش بار هیدرولیکی در حال انتقال به جنوب شهر با مطلوب‌ترین نوع استفاده، هزینه‌های صرف شده جهت تصفیه فاضلاب نیز به هدر نمی‌رود. در کل می‌توان نتیجه گرفت در انتخاب گزینه مصرف مجدد، پیروی از مدل مدیریت و در نظر گرفتن کلیه عوامل مؤثر از جمله اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، ... سبب انتخاب بهترین گزینه با توجه به امکانات و شرایط بالقوه هر منطقه می‌گردد.

یادداشت‌ها

- 1-World Healt Organization
- 2-Environmental Protection Agency
- 3-Net Present Value

منابع مورد استفاده

جیلی، ج. ۱۳۷۸. جنبه‌های زیست‌محیطی استفاده از پساب‌ها در آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

جهانی، ع. ۱۳۷۹. چالش‌های مدیریت آب در سالها و دهه‌های آینده. مجله آب و توسعه. ش ۲ و ۳ (۱۹-۵).

زرکوب، م. ۱۳۷۷. طرح بازنگری و بهینه‌سازی پارک جنگلی چیتگر. سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران معاونت آموزش و پژوهش.

مطلبی، م. ۱۳۸۰. مدیریت استفاده مجدد از پساب. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران.

Environmental Protection Agency. 1992. Guidines for Water Reuse. EPA. Office of Wastewater Enforcement and Compliance Washington, DC.

Pinniti, K. 2000. Sustainable development: economics and policy. Blak well publishers Inc.

Rowe, D' and Abdelmagid, I. 1995. Handbook of Waste Water Reclamation and Reuse. Lewis publisher, by CRC press INC.

بنابر قانون تحلیل هزینه و فایده، جهت هرگونه سیاست‌گذاری یا اجرای هر پروژه‌ای، مقدار NPV می‌باید مثبت باشد. در پروژه مذکور، توالی هزینه فایده جهت پنج سال در نظر گرفته شده است. هزینه در سال اول برابر هزینه لوله گذاری و احداث مخزن است و در چهار سال دیگر هزینه نگهداری و تعمیرات ۱۰٪ هزینه لوله گذاری، فایده نیز سود جذب کربن و نرخ تنزیل ۱۰ درصد در نظر گرفته شد. طول عمر مفید پروژه لوله گذاری ۳۰ سال در نظر گرفته می‌شود که در اینجا جهت محاسبه NPV پنج سال متوالی در نظر گرفته شده است (جدول شماره ۲).

جدول شماره (۲):

سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم	
۹	-۰/۹	-۰/۹	-۰/۹	-۰/۹	هزینه (میلیارد ریال)
۵	۵	۵	۵	۵	سود (میلیارد ریال)
-۴	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۴/۱	سودخالص (میلیارد ریال)

NPV برابر ۸/۲ می‌باشد بنابراین پروژه، سودآور است و از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر می‌باشد.

این توضیح لازم است که موارد فایده دیگر نیز بر این پروژه مترتب می‌باشد که در محاسبه دخالت داده نشده است. از جمله توریسم و گردشگری، زیباسازی شهر، توسعه پارک، ارزش چوب و الوار موجود در پارک، حذف هزینه‌های خرید آب خام از شرکت آب و فاضلاب، حذف هزینه کود مصرفی، حذف هزینه برق پمپاژ چاهها، شارژ آبهای زیرزمینی، افزایش رطوبت هوا به سبب احداث دریاچه و صرفه جویی در مصرف آب شهر تهران.

بحث و نتیجه گیری

با استفاده از مدل مدیریتی و به‌کارگیری مراحل آن مشخص گردید که گزینه بهینه جهت مصرف مجدد پساب تصفیه‌خانه اکباتان، انتقال آن به پارک چیتگر برای آبیاری فضای سبز می‌باشد. این کار سبب کاهش فشار بر منابع آبی کلانشهر تهران و استفاده بهینه از پساب تصفیه شده، حفظ و توسعه پارک جنگلی و به‌دنبال آن جلب گردشگران بیشتر به پارک می‌گردد. همچنین با احداث دریاچه‌ای در پارک ضمن امکان ذخیره‌سازی پساب اضافی در فصولی از سال که آبیاری ضروری