سال سوم، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۵، صفحات ۸۳ تا ۹۲
نشریه آب و توسعه پایدار

2016, Vol.3, No.1, Pages 83 to 92
Journal of Water and Sustainable Development

تحلیل اقتصادی و زیست‌محیطی جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب

وحید ماجد[۱*]، ساحره گلزاری قلعه‌جوقی[۲]

۱- استادیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران. ۲- دانشجوی دکتری مهندسی آب-آبیاری و زهکشی، دانشگاه بوعلی‌سینا.
*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: majed@ut.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۵/٤/۲٦
تاریخ پذیرش: ۹۵/٦/۱۵

چکیده

افزایش روزافزون تقاضا برای آب و خدمات آن که ناشی از رشد جمعیت و بالا رفتن استانداردهای زندگی و بهداشت سلامت است، از یك سو و محدود بودن منابع آبی و خشك‌سالی‌ها و تغییر اقلیم از طرف دیگر نظر برنامه‌ریزان و متخصصین علوم آب را به استفاده از آب‌های نامتعارف (فاضلاب‌ها، پساب‌ها و آب‌های شور) معطوف کرده است. همچنین دفع فاضلاب‌های صنعتی و شهری و نفوذ آلودگی‌های موجود در آنها به منابع سطحی و زیرزمینی آب، یک نگرانی اساسی در بسیاری از کشورها و از جمله ایران است. تصفیه فاضلاب و بکارگیری آن در مصارف مختلف آثار خارجی منفی رهاسازی فاضلاب بر محیط‌زیست و بهداشت جوامع انسانی را کاهش می‌دهد. بر همین مبنا در این مقاله به روش‌شناسی ارزیابی اقتصادی و زیست‌محیطی جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب و جامع‌نگری لازم در این‌خصوص با توجه به موضوعاتی که باید مدنظر قرار گیرد، پرداخته شده است و گام‌ها و چارچوب اصلاح تحلیل هزینه-فایده طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب تهران مورد اشاره قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: فاضلاب، محیط‌زیست، هزینه و فایده، ارزش‌گذاری غیربازاری.

Economic and Environmental Analysis of Wastewater Collecting and Treatment

V. Majed[1], S. Golzary-Ghalejoughi[2]

1- Assistant Professor, Faculty of Economics, Tehran University, Iran.
2- PhD student of water engineering-irrigation and drainage, Bu-Ali Sina University, Iran.
*(Corresponding Author Email: majed@ut.ac.ir)
Received: 16-7-2016
Accepted: 5-9-2016

Abstract

The increase in water demand and its services due to population growth and the raising of the standards of living, health, and hygiene along with the limitation of water resources, droughts, and climate change has attracted water specialists and planners to explore the use of unconventional water resources, such as sewage and saline waters. Moreover, industrial and rural wastewater disposal and the penetration of their pollutants to the surface- and ground-water resources is an important concern in many countries, including Iran. Wastewater treatment and its application for various uses reduces the negative externalities of wastewater release on the environment and human health. Accordingly, in this paper the methodology for economic and environmental evaluation of wastewater collection and treatment, and the necessary holistic view taking into account the issues that must be considered in this regard has been addressed. Furthermore, the steps and framework of a modified cost-benefit analysis of the Tehran wastewater collection and treatment plan have been discussed.

Keywords: Wastewater, Sewage, Environment, Cost-benefit, Non-market valuation.

مقدمه

آب، الفبای آبادانی و گنجینه مشترک تمام انسان‌هاست. خلاء بین توان تأمین آب و شدت تقاضای آن وقتی نتواند مهار گردد، می‌تواند زبان مفاهمه را به زبان مخاصمه، در همه ابعاد محلی، ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی تبدیل نماید. این که وقتی بین عرضه و تقاضای آب، تعادل بوجود نیاید و امکان به وجود آمدن بحران وجود داشته باشد، معلول دو واقعیت انکارناپذیر است: ۱) محدودیت‌های منابع آبی و ۲) تأثیرگذاری اقدامات و افزایش فعالیت‌های بشر بر روی این منبع غیرقابل جایگزین. لذا بار اقتصادی ناشی از رشد روزافزون جمعیت و افزایش تقاضا برای آب و غذا از یك سو و محدودبودن منابع آبی و خشك‌سالی‌ها و تغییر اقلیم از طرف دیگر نظر برنامه‌ریزان و متخصصین علوم آب را به استفاده از آب‌های نامتعارف (فاضلاب‌ها، پساب‌ها و آب‌های شور) معطوف کرده است. نباید فراموش کرد که با توجه به محدودیت منابع آب، جمعیت‌های انسانی ناگزیرند که بیاموزند چگونه با منابع آب تجدیدشونده کره زمین به تعادل برسند.

امروزه با توجه به رشد روزافزون شهرها و صنایع، آلودگی شدید پساب‌های صنعتی و شهری و هم‌جواری مراکز صنعتی، شهری و کشاورزی در بیشتر نقاط کشور و همچنین نفوذ این آلودگی‌ها به منابع سطحی و زیرزمینی آب کشور، آلودگی پساب کارخانه‌جات صنعتی و خاك‌های مجاور آن‌ها به یك نگرانی ملی تبدیل شده و یافتن راه‌حل‌هایی برای رفع این خطرات پیش از بروز فاجعه‌ای زیست‌محیطی در بسیاری از نقاط کشور ضروری است. در حقیقت

پیامدها و آثار رهاسازی و عدم تصفیه فاضلاب

افزایش روز افزون جمعیت همراه با افزایش فاضلاب شهری مشکلات عدیده‌ای را ایجاد کرده است. مصرف آب در بخش‌های شهری و صنعتی و تبدیل آنها به فاضلاب و رهاسازی آن در سطح زمین یا انتقال به اعماق زمین باعث افزایش آلودگی محیط‌زیست، تخریب منابع طبیعی و از بین رفتن منابع آب موجود می‌شود.

بررسی پیامدهای رهاسازی فاضلاب با شناخت انواع آن می‌تواند تا حدودی روشن گردد. فاضلاب‌ها را می‌توان به چهار دسته زیر تقسیم نمود:

- فاضلاب خانگی
- فاضلاب صنعتی
- فاضلاب کشاورزی
- پساب ناشی از سیلاب‌ها (این فاضلاب‌ها در اثر برف، باران و ذوب یخ‌ها و روان‌شدن آنها ایجاد می‌شوند)

فاضلاب خانگی ناشی از دستگاه‌های بهداشتی همچون توالت‌ها، حمام، ماشین‌های لباسشویی و ظرفشویی، پساب آشپزخانه و احداث مراکز صنعتی جدید در مجاورت رودخانه، قنات‌ها و دریاچه‌ها و تخلیه برنامه‌ریزی نشده پساب‌های چنین مراکزی به این منابع آبی، و به دنبال آن استفاده کشاورزان و دام‌پروران محلی از همین آب‌های آلوده جهت آبیاری مزارع و تأمین آب شرب احشام، هم‌چنین تجمع فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها علاوه بر آن‌که موجب گسترش آلودگی می‌گردد، امکان ادامه کشاورزی و دامپروری را در این مناطق به شدت تهدید می‌کند و موجب از دست رفتن زمین‌های ارزشمند زراعی می‌شود.

لذا با توجه به آثار خارجی زیست‌محیطی و بهداشتی فاضلاب‌های شهری و صنعتی لازم است که این تهدید اساسی محیطی با استفاده از ساز و کاری به فرصت تبدیل گردد. بر همین مبنا مقاله حاضر به تحلیل اقتصادی و زیست‌محیطی تصفیه فاضلاب و بکارگیری آن می‌پردازند. بدین منظور ابتدا آثار و پیامدهای عدم تصفیه فاضلاب مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس هزینه‌ها و منافع جمع‌آوری، تصفیه و بکارگیری فاضلاب به عنوان یک منبع نامتعارف تحلیل می‌گردد. نگاه جامع در خصوص لزوم در نظر گرفتن تمام منافع و هزینه‌های اجرای طرح‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب به صورت عام و طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب تهران به صورت خاص و روش‌شناسی برآورد هزینه‌ها و منافع مذکور در تحلیل‌های هزینه-فایده نکته قابل تمایز در این نوشتار با مطالعات صورت گرفته قبلی از جمله طرح توجیهی فاضلاب تهران تهیه شده توسط مهندسین مشاور ری‌آب می‌باشد. در مطالعات پیشین جامع‌نگری یاد شده در مورد منافع و هزینه‌ها نبوده است و روش‌شناسی بیان شده نیز برای برآورد منافع و هزینه‌ها بکار گرفته نشده است.

شستشوی بخش‌های مختلف خانه می‌باشد. البته در شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهری، فاضلاب مغازه‌ها، فروشگاه‌ها، تعمیرگاه‌ها، رستوران‌ها و غیره نیز جمع‌آوری می‌شود.

انواع پیامدهای حاصل از رهاسازی فاضلاب به صورت زیر است:

- افزایش آلاینده‌ها در محیط
- افزایش ریسک بر سلامتی انسان‌ها
- تأثیر بر فیزیک خاک

پیامد اول مذکور در فوق، با افزایش آلاینده‌ها بیش از استاندارد محیط، بر جنبه‌های مختلف محیط‌زیست اثرگذار است. پیامد دوم مستقیماً به اثرات منفی بر انسان اشاره دارد. در پیامد سوم با تغییر فیزیک خاک، امکانات طبیعی بهره‌برداری از منابع خاک و منابع آب زیر زمینی تحت خطر قرار می گیرد.

رهاسازی فاضلاب به لحاظ بار آلودگی و افزایش آلاینده‌ها، تهدیدهای چندی بر محیط‌زیست دارد. از جمله آلاینده‌های متداول می‌توان موارد زیر را برشمرد:

- مواد مغذی
- فلزات سنگین
- نیترات‌ها
- نمک‌ها
- شوری

هر یک از آلاینده‌های فوق اثرات مخرب متفاوتی بر محیط می‌گذارند؛ به عنوان نمونه نیترات‌ها باعث ایجاد پدیده شکوفایی جلبکی می‌شوند. ورود این آلودگی به منابع آب آشامیدنی منجر به ایجاد بیماری کودک آبی (Blue baby) شده و ایجاد آلودگی در آب‌های زیرزمینی می‌نماید. فسفر نیز همانند نیتروژن منجر به تحریک رشد جلبک‌ها می‌گردد. میزان اثرگذاری هر یک از این آلاینده‌ها بر محیط را می‌توان بر اساس استانداردهای موجودی که در زمینه‌های مختلف وجود دارد، ارزیابی نمود.

همانطور که گفته شد یکی دیگر از پیامدهای رهاسازی فاضلاب در محیط، ریسک سلامتی انسان‌ها است. به منظور دسته‌بندی عوامل موثر بر ریسک سلامتی، می‌توان دسته‌بندی ارائه شده در زیر را برای بررسی‌ها مد نظر قرار داد. عمده آلودگی‌هایی که چنین ریسکی ایجاد می‌کنند عبارتند از:

- پاتوژن‌ها
- فلزات سنگین
- مواد ارگانیک مضر مانند آلودگی‌های بیمارستانی

از میان موارد فوق می‌توان سهم پاتوژن‌ها را در تهدید ایجاد شده بیش از بقیه دانست (Toze، ۲۰۰۶). انواع زیادی از پاتوژن‌ها در فاضلاب وجود دارد که عبارتند از:

- باکتری‌ها
- ویروس‌ها
- پروتوزاها
- کرم‌های انگلی

از جمله بیماری‌های حاصل از این پاتوژن‌ها عبارتند از:

- تیفوئید
- اسهال خونی
- بیماری‌های روده‌ای
- اسهال
- استفراق
- یبوست

بیماری‌های فوق با شدت‌های متفاوت در جوامعی که در معرض فاضلاب رها شده در محیط قرار دارند، بروز می‌کند.

یکی از مهترین شاخص‌های آلودگی میکروبی آب تعداد کلی‌فرم موجود در یک میلی‌لیتر آب می‌باشد. استاندارد آمریکا از نظر آلودگی کرانه‌ها و محل شنا ۱۰ عدد کلی‌فرم در یک میلی‌لیتر می‌باشد.

در تحقیقات اخیر، ریسک رهاسازی فاضلاب بر انسان‌ها را توسط رابطه‌ای تحت عنوان "ارزیابی کمی ریسک میکروبی" (QMRA) بیان می‌کنند (Hamilton و همکاران، ۲۰۰۶). محاسبه این شاخص برای یک منطقه شامل چهار گام به شرح زیر است:

۱- شناسایی خطر رهاسازی فاضلاب

۲- بررسی سطح گسترش فاضلاب رها شده

۳- مدل‌سازی میزان داروی لازم برای کاهش و از بین بردن اثرات آلودگی

۴- تحلیل و جمع بندی از ریسک

البته مدل‌سازی برای محاسبات فوق می‌تواند محدود به داده‌های موجود شود؛ به ویژه در مورد تعیین "میزان داروی مورد نیاز" احتمال خطای تخمین وجود دارد. به عنوان نمونه‌ای از کاربرد این شاخص می‌توان به مطالعاتی که بر روی آلودگی فاضلاب بر روی بروکلی، خیار، کاهو و چند نوع کلم که توسط Hamilton و همکاران (۲۰۰۶) انجام شده است، اشاره نمود.

فاضلاب رها شده در محیط به لحاظ مواد معلق زیادی که در بر دارد، می‌تواند ویژگی‌های فیزیکی خاک را تغییر دهد. این مهم در توسعه منابع آب منطقه می‌تواند حائز اهمیت باشد؛ چراکه در فعل و انفعالات مرتبط با تغذیه آب‌های زیرزمینی موثر بوده و از سوی دیگر امکانات بهره‌برداری از خاک را برای مصارفی مانند کشاورزی محدود می‌سازد.

جدول ۱- مثال‌هایی از آثار بالقوه منفی عدم تصفیه و رهاسازی فاضلاب (Hernández-Sancho و همکاران، ۲۰۱۵)

آثار بر رویِ	نمونه‌های آثار
سلامتی	• افزایش شیوع بیماری‌ها به دلیل کاهش کیفیت آب آشامیدنی • افزایش شیوع بیماری‌ها به دلیل کاهش کیفیت آب استحمامی • افزایش شیوع بیماری‌ها به دلیل تولید مواد غذایی ناسالم (ماهی آلوده، سبزیجات و دیگر محصولات کشاورزی آلوده) • افزایش خطر ابتلا به انواع بیماری‌های در هنگام کار و یا بازی در مناطقی که از فاضلاب برای آبیاری استفاده می‌کنند. • افزایش هزینه مالی درمان، مراقبت و پیشگیری بهداشتی
محیط‌زیست	• کاهش تنوع زیستی • تخریب اکوسیستم‌ها • بوهای بد محیطی • کاهش فرصت‌های تفریحی • افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای
فعالیت‌های تولیدی	• کاهش بهره‌وری بخش صنعتی • کاهش بهره‌وری بخش کشاورزی • کاهش ارزش محصولات آبیاری شده با فاضلاب • کاهش تعداد گردشگران و یا کاهش تمایل به پرداخت برای فرصت‌های تفریحی • کاهش صید ماهیان و سخت پوستان و کاهش ارزش بازاری ماهیان و سخت‌پوستان صید شده

۱- تحلیل اقتصادی رهاسازی فاضلاب

مدیریت و تصفیه فاضلاب منافع ملموسی را به صورت هزینه‌های اجتناب ایجاد می‌نماید. بنابراین هزینه‌های عدم انجام اقدام در این خصوص می‌تواند به صورت منافع از دست رفته در نتیجه رهاسازی فاضلاب بدون هیچ‌گونه اقدام تصفیه باشد. به عبارت دیگر اگر فاضلاب بدون تصفیه و یا با تصفیه کمتر از حد لازم در طبیعت رها شود، هزینه‌هایی ایجاد خواهد شد و یا منافعی از دست خواهد رفت. منافع بالقوه مذکور می‌تواند در دو طبقه کلی قرار گیرد که شامل منافع بازاری و منافع غیربازاری است. عمده‌ی منافع زیست‌محیطی و بهداشتی دارای ارزش‌های معناداری هستند و عموماً به دلیل اینکه برای منافع مذکور بازاری وجود ندارد یا در صورت وجود ناقص است، بر خلاف منافع حاصل از تولید نمی‌تواند از طریق قیمت‌های بازاری ارزش‌گذاری شوند. زمانی که این منافع نمی‌توانند در بازار به صورت واحدهای پولی ارزش‌گذاری شوند، با توجه به اینکه روش‌های ارزش‌گذری آنها متفاوت می‌باشد و تکنیک‌های مورد استفاده در مراحل اولیه رشد خود می‌باشند در حال حاضر به صورت جداگانه در تحلیل‌ها ارائه می‌شود و تلاش زیادی هم برای تلفیق آنها با منافع بازاری انجام نمی‌شود (Hanjra و همکاران، ۲۰۱۵).

۲- برآورد تأثیرات روی بهداشت و سلامت انسان‌ها

هزینه‌های آثار سوء بهداشتی عدم اقدام مناسب در خصوص تصفیه فاضلاب شامل موارد زیر است: الف) هزینه‌های درمانی مستقیم برای درمان بیماری‌ها، ب) هزینه‌های غیرمستقیم ناشی از بیماری شامل مواردی چون ارزش زمان کار از دست رفته، کاهش بهره‌وری افراد، پتانسیل ....، پول خرج شده برای مراقبت و جلوگیری از مرگ زودرس و ج) درد و ناراحتی ناشی از بیماری.

برخی از آثار بر سلامتی می‌تواند از طریق بازار برآورد شود (به عنوان مثال هزینه‌های ناشی از شرب آب آلوده). سایر هزینه‌ها غیربازاری هستند و می‌تواند از روش‌های غیربازاری برآورد گردد.

مطالعات زیادی در خصوص هزینه‌های درمان برای بیماری‌های مختلف ناشی از آشامیدن آب ناسالم انجام پذیرفته است که از جمله می‌توان به مطالعات Gordon و همکاران (۲۰۱۱) و Kim و همکاران (۲۰۱۲) اشاره نمود. با این حال روش‌شناسی مورد استفاده در این مطالعات با توجه به نوع بیماری متفاوت بوده است. بنابراین تشخیص بیماری‌های مهم مرتبط با فاضلاب، مرحله اول در کمی‌کردن هزینه‌هاست. نائل شدن به این امر نیازمند همکاری بین اقتصاددانان حوزه اقتصاد منطقه‌ای و متخصصین بهداشتی است.

در مجموع بسیاری از عوامل تأثیرگذار بر هزینه‌های بهداشتی شامل: منطقه جغرافیایی، جنسیت و سن است. ارزش بهره‌وری از دست رفته یا مرگ زودرس، هزینه‌های زیادی را متوجه جامعه می‌نماید. در نتیجه، ارزیابی اقتصادی اقدام بهبود کیفیت آب باید با هزینه‌های اجتناب تجمیع گردد. Wilking و Jönsson (۲۰۰۵) در آلمان هزینه درمان سرطانِ ناشی از فاضلاب (شامل هزینه‌های مرگ زودرس) را در حدود ۰/۷ درصد از تولید ناخالص داخلی (GDP)[1] برآورد نموده‌اند.

در بین روش‌های مختلف برآورد هزینه مرتبط با بیماری، روش سرمایه انسانی پرکاربردترین روش بوده است. این روش از درآمد بدست آمده برای اندازه‌گیری بهره‌وری استفاده می‌کند و درآمد حاصل از طول زندگی را در صورتی که بیماری یا مرگ زودرس رخ نمی‌داد، اندازه می‌گیرد. در ارتباط با ارزش‌های غیربازاری، روش‌های که برای ارزش‌گذاری کاهش ریسک ناشی از تصفیه فاضلاب به کار گرفته می‌شود مبتنی بر تمایل به پرداخت (WTP)[2] است. مطالعات بسیاری در این خصوص انجام گرفته است که می‌توان به مطالعات Roman و همکاران (۲۰۱۲)، Hakes و Viscusi (۲۰۰۷) و Tsai و همکاران (۲۰۱۱) اشاره نمود.

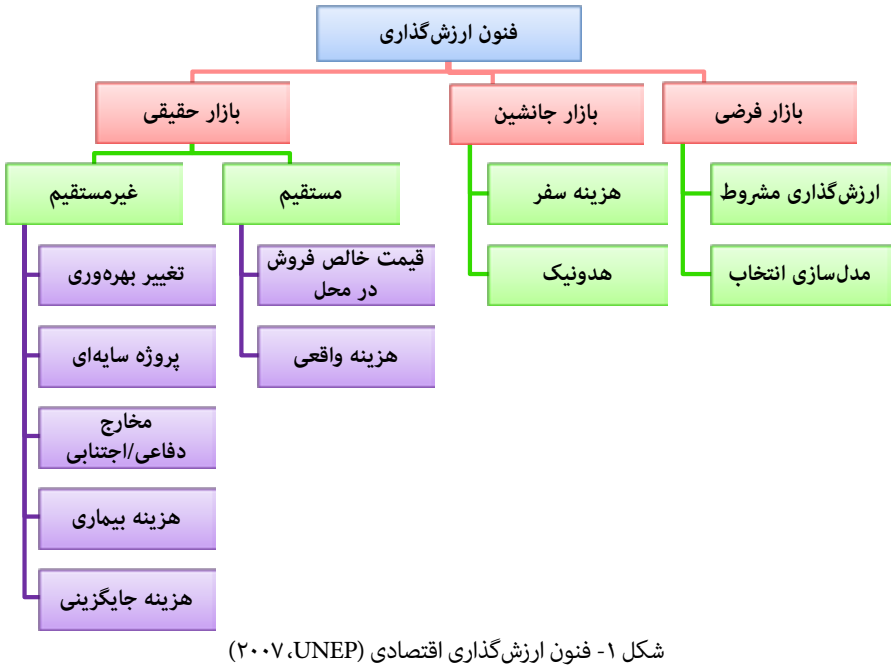
۳- برآورد هزینه‌های زیست‌محیطی

روش‌های ارزش‌گذاری سنتی مبنی بر تابع تقاضا است. روش‌های ترجیحات بیان شده معمول‌ترین روش برای ارزش‌گذاری تأثیرات زیست‌محیطی است (Bateman و همکاران، ۲۰۰۶). در این روش با استفاده تکنیک‌های پیمایشی تمایل به پرداخت افراد نمونه جهت ارائه کالاها و خدمات زیست‌محیطی (به عنوان مثال بهبود کیفیت آب در نتیجه تصفیه) آشکار می‌گردد. ارزش بدست آمده به عنوان منفعت اقتصادی یا هزینه اجتناب از تغییر کیفی زیست‌محیطی قلمداد می‌شود. ارزش‌های بدست آمده از این روش می‌تواند در یک چارچوب تحلیل هزینه-فایده برای بدست آوردن منافع اجتماعی و زیست‌محیطی سیاست‌های عمومی برای بهبود مدیریت تصفیه فاضلاب به کار گرفته شود.

برخلاف بسیاری از کالاهای بازاری، آلودگی دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، آبگیرها و آبخوان‌ها نمی‌تواند در بازار معامله گردد. روش‌های غیربازاری مختلفی برای ارزش‌گذاری کالاها و خدمات زیست‌محیطی به کار گرفته می‌شود. شکل (۱)، انواع روش‌های ارزش‌گذاری را به نمایش گذاشته است.

در بین روش‌های مختلف برای ارزش‌گذاری غیر بازاری، روش‌های هزینه سفر (TCM)[3]، روش قیمت‌گذاری هدانیک (HPM)[4] و روش ارزش‌گذاری مشروط (CVM)[5] پرکاربردترین روش‌ها می‌باشند. روش هزینه سفر و روش قیمت‌گذاری هدانیک رویکرد ترجیحات آشکار شده (RP)[6] را دارند که ارزش در بازارهای جانشین آشکار می‌شود. روش ارزش‌گذاری مشروط رویکرد ترجیحات بیان شده (SP)[7] را دارد که در آن ارزش توسط افراد بیان می‌شود.

جدول (۱) روش‌های ارزش‌گذاری مذکور را همراه با توضیحات اجمالی در روش انجام به نمایش گذاشته است. طبق شکل (۱) در جدول مذکور هم روش‌های مبتنی بر بازار و روش‌های غیربازاری شامل بازارهای جانشین و تکنیک‌های ترجیحاتِ بیان شده، مورد اشاره قرار گرفته است.



شکل ۱- فنون ارزش‌گذاری اقتصادی (UNEP، ۲۰۰۷)

جدول ۲- طبقه‌بندی روش‌های ارزش‌گذاری اقتصادی (Ledoux و Turner، ۲۰۰۲)

طبقه	روش	توضیح روش
ارزش‌گذاری بازاری (MV)[۸]	ارزش بازاری	ارزش‌های اقتصادی محصولات یا خدمات اکوسیستم که در بازارها خرید و فروش می‌شوند را برآورد می‌کند (مثل ماهی، چوب، محصولات)
	تغییر در بهره‌وری (CP)[۹]، عامل درآمد خالص (NFI)[۱۰]	ارزش‌های اقتصادی کالاها و خدمات اکوسیستمی که در تولید کالاهای بازاری تجاری نقش دارند را برآورد می‌کند (مثل تابع پرورشگاهی ماهی)
	هزینه اجتناب (AC)[۱۱]، اجتناب از خسارت (AD)[۱۲]، قیمت جانشینی (SP)[۱۳]، هزینه جایگزینی (RC)[۱۴]	ارزش‌های اقتصادی را بر مبنای هزینه‌های اجتناب از خسارت ناشی از زوال خدمات اکوسیستمی، هزینه‌های جایگزین‌سازی خدمات اکوسیستمی، یا هزینه‌های تهیه خدمات جانشین (مثل حفاظت در برابر طوفان)
ارزش‌گذاری غیربازاری- ترجیح بیان شده (NMV-SP)[۱۵]	ارزش‌گذاری مشروط (CV)[۱۶]	ارزش‌های اقتصادی خدمات اکوسیستمی و محیط‌زیستی را با پرسش مستقیم از مردم در مورد تمایل به پرداخت‌شان برای آن خدمات در شرایط یک سناریوی فرضی برآورد می‌کند. روش‌های صحیح شامل محدودیت‌های بودجه‌ای واقعی هم هستند تا تصمیم‌های اقتصادی واقعی گرفته شوند. به طور گسترده برای ارزش‌گذاری ارزش‌های غیراستفاده‌ای یا استفاده‌ای منفعل استفاده می‌شود.
	مدل‌سازی انتخاب (CM)[۱۷]	ارزش‌های اقتصادی خدمات اکوسیستمی یا محیط‌زیستی را با درخواست از مردم برای انجام موازنه بین آنها برآورد می‌کند. تمایل به پرداخت از موازنه‌ها که شامل هزینه به عنوان یک ویژگی می‌شوند، استنباط می‌شود.
ارزش‌گذاری غیربازاری- ترجیح آشکار شده (NMV-RP)[۱۸]	هزینه سفر (TC)[۱۹]	ارزش‌های مربوط به اکوسیستم‌ها یا سایت‌های استفاده شده جهت تفرج را از طریق تمایل به پرداخت برای سفر و بازدید آنها برآورد می‌کند.
	هدونیک (HP)[۲۰]	ارزش خدمات اکوسیستمی از طریق قیمت کالاها یا خدمات موجود در بازار که تابعی از ویژگی‌های مختلف آنها هستند، برآورد می‌شود.

۴- برآورد هزینه‌های آثار عدم اقدام روی فعالیت‌های اقتصادی

کاهش کیفیت آب می‌تواند به صورت بالقوه تمام فعالیت‌های اقتصادی را تحت تأثیر قرار دهد. در واقع کاهش کیفیت آب، تولیدت صنعتی، تولیدات کشاورزی، فعالیت‌های صیادی و حتی خدمات فرهنگی ارائه شده توسط آب و منابع آبی مثل گردشگری و تفریحات آبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. زیرا گردشگران، آب سالم را برای شرب و سایر مصارف داخلی تقاضا می‌کنند و همچنین آلودگی آب کیفیت و منظره محیط را کاهیده و فرصت‌های تفریحی را از بین برده و بوهای ناهنجار در کنار سایر تأثیرات زیست‌محیطی ایجاد می‌نماید.

همه تأثیرات مذکور می‌تواند ارزش‌گذاری شده و به زبان پول بیان شود. تحت شرایط کنترلی می‌توان آثار عدم تصفیه و رهاسازی فاضلاب را روی کاهش کمیت و کیفیت تولیدات اقتصادی مثل محصولات کشاورزی و غیره اندازه گرفت. این روش می‌تواند به ساختن توابع تولید یا توابع دز-واکنش[۲۱] بیانجامد. به عنوان مثال در این زمینه مقدار محصول می‌تواند به صورت تابعی از کیفیت آب (مثل درجه شوری) تعریف گردد. در شرایط دنیای واقعی می‌توان دو سیستم تولیدی مشابه را که از کیفیت‌های متفاوت آب استفاده می‌کنند با هم مقایسه کرد.

منافع و هزینه‌های حاصل از جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب

تصفیه فاضلاب و بکارگیری آن در مصارف مختلف آثار خارجی منفی آن را بر محیط زیست و بهداشت جوامع انسانی کاهش می‌دهد؛ علاوه بر این استفاده از آب تصفیه شده در کشاورزی می‌تواند نیاز به کوددهی را کاهش دهد و از این جنبه دارای منفعت مضاعف[۲۲] است. بر این مبنا استفاده از فاضلاب تصفیه شده به عنوان یك منبع آب جایگزین، در اقصی نقاط دنیا افزایش یافته و رویکرد جهانی، نشان‌دهنده افزایش روز افزون استفاده از این منبع غیرمتعارف در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه است. سه دلیل عمده افزایش تمایل به استفاده از این منبع عبارتند از:

۱- کاهش آلودگی ناشی از فاضلاب‌ها و حفاظت از محیط زیست

۲- استفاده از این منبع آب نامتعارف در صورت جایگزینی با تخصیص‌های صورت گرفته قبلی از دیگر منابع

۳- قابلیت رقابت فاضلاب تصفیه شده با برخی از منابع آب و در برخی از مصارف

نکته قابل توجه در این زمینه این است که فاضلاب تصفیه شده منبع آب جدیدی نیست؛ بلکه همان آبی است که قبلاً از طریق چاه‌های جذبی وارد آبخوان شده و منجر به آلودگی آبخوان می‌شده است؛ که اکنون با حذف آلودگی، بخشی از آن می‌تواند برای مصارفی مثل کشاورزی استفاده شده و بخشی وارد آبخوان شود. به عبارتی اجرای طرح فاضلاب نه تنها بر تغذیه آبخوان تأثیر مثبت ندارد، بلکه ممکن است تغذیه را نیز کاهش دهد. لذا با توجه به اینکه برداشت از اکثر حوضه‌های آبریز کشور بیش از مقدار تجدیدشونده است، به عبارتی تخصیص به طور کامل صورت گرفته است، در صورت اجرای طرح‌های تصفیه فاضلاب به علت کاهش تغذیه آب زیرزمینی از چاه‌های جذبی به ازای هر مقدار تخصیص از آب تصفیه شده باید از تخصیص‌های صورت گرفته در قبل جایگزین شود.

تجربیات بهره‌گیری از فاضلاب تصفیه شده، معایب و مزایای بهره‌گیری از این منبع را تا حدی روشن ساخته است. از مهم‌ترین مزایای استفاده از فاضلاب تصفیه شده می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- منبعی مطمئن برای تمام فصول که در مقایسه با منابع آب سطحی، چشمه‌ها و قنوات تغییرات عمده و طبیعی ندارد.
- کاهش بار آلودگی در رودخانه‌ها و سایر منابع آب دریافت کننده فاضلاب
- افزایش درآمد مصرف‌کنندگان (با کاهش میزان کوددهی و افزایش محصول)
- کاهش نیاز به کوددهی شیمیایی

علیرغم مزایای فوق، استفاده از فاضلاب تصفیه شده معایب و محدودیت‌های واضحی نیز دارد که عمدتاً عبارتند از:

- افزایش ریسك آلودگی در مصرف‌کنندگان
- هزینه‌بر بودن تصفیه فاضلاب به‌ویژه برای رعایت استانداردهای سخت‌گیرانه

علی‌رغم اینکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب منافع یاد شده در فوق را دارد، نیازمند انجام هزینه‌هایی برای جمع‌آوری و تصفیه است. زمانی که هزینه‌های رهاسازی، هزینه‌های جمع‌آوری و تصفیه و منافع حاصل از اقدامات مذکور در یک چارچوب جامع با در نظر گرفتن پیامدهای جانبی مد نظر قرار گیرد، می‌تواند راهنمایی خوبی برای تصمیم‌گیری صحیح فراهم گردد. هزینه‌های اجرای طرح‌های فاضلاب به صورت هزینه‌های آشکار می‌باشد که شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری و هزینه‌های عملیات است. منافع طرح‌های مذکور ترکیبی از منافع آشکار بازاری و منافع ضمنیِ غیربازاری است که می‌توان به صورت زیر آنها را تحلیل نمود.

۱- هزینه‌های سرمایه‌گذاری اجرای طرح‌های فاضلاب

به‌طور کلی هزینه‌های مجموعه فعالیت‌های لازم برای مطالعه، مکان‌یابی و ساخت تصفیه‌خانه و رسیدن به مرحله بهره‌برداری را هزینه‌های سرمایه‌گذاری می‌نامند که این بخش از هزینه‌ها در واقع مصارف مالی پروژه را تشکیل می‌دهند. این فعالیت‌ها قابل تقسیم به چند بخش عمده به شرح زیر می‌باشند (شرزه‌ای و همکاران، ۱۳۹۵):

۱- هزینه‌های مربوط به مطالعات امکان‌سنجی و تحلیل هزینه فایده طرح

۲- هزینه‌های مربوط به مکان‌یابی صحیح تصفیه‌خانه

۳- هزینه‌های مربوط به ساخت شبکه و لوله‌گذاری

۴- هزینه‌های مربوط به ساخت تصفیه‌خانه

۵- هزینه‌های مربوط به بازپرداخت اصل و فرع بدهی‌ها

هزینه‌های سرمایه‌گذاری پروژه‌های فاضلاب و ایجاد تصفیه‌خانه با توجه به اندازه و مقیاس محدوده تحت پوشش، حجم آب و پساب‌های محدوده مشمول و اندازه تصفیه‌خانه و نوع آن می‌تواند متفاوت باشد که این موضوع در هر پروژه خاص مد نظر قرار می‌گیرد (شرزه‌ای و همکاران، ۱۳۹۵).

۲- هزینه‌های بهره‌برداری و عملیات طرح‌های فاضلاب

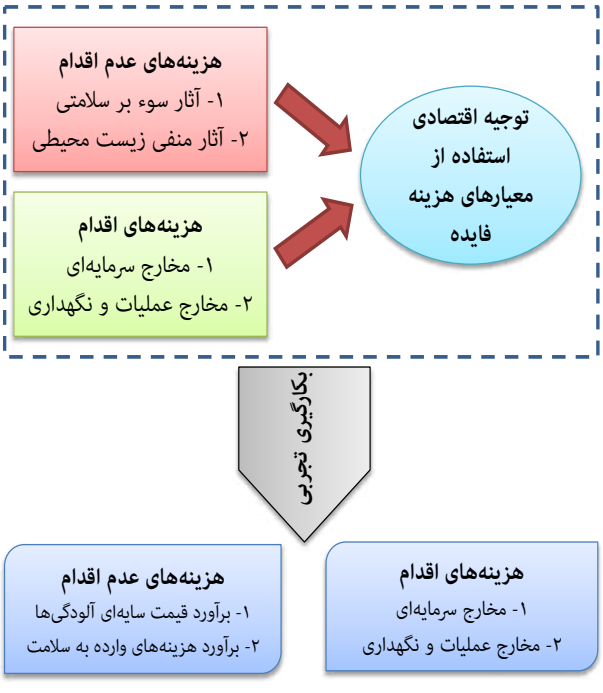
هزینه‌های بهره‌برداری تصفیه‌خانه فاضلاب شامل هزینه‌های راه‌اندازی و نگهداری فاضلاب است. هزینه‌های مزبور شامل شامل هزینه‌های لازم برای خرید لوازم و تجهیزات لازم جهت بهره‌برداری و نگهداری از تأسیسات تصفیه‌خانه می‌باشد. روش‌هایی که برای تصفیه آب در تصفیه‌خانه استفاده می‌شود و به عبارتی نوع تصفیه‌خانه و اندازه آن و حجم فعالیت تصفیه‌خانه در میزان هزینه‌های بهره‌برداری بسیار موثر می‌باشد.

بعد از طراحی و اتمام یک تصفیه‌خانه علاوه بر هزینه راه‌اندازی و بهره‌برداری، به‌طور حتم نیازمند صرف هزینه‌های زیاد در طول عمر پروژه جهت به کارگیری، راه‌اندازی و احتمالاً تعمیر بخش‌های مختلف آن خواهد بود. این هزینه‌ها شامل موارد زیر است:

۱- هزینه‌های پرسنلی
۲- هزینه‌های انرژی
۳- هزینه‌های مواد شیمیایی
۴- هزینه‌های تخلیه صافی‌ها و تورها
۵- هزینه‌های دفع لجن
۶- هزینه‌های تعمیر و نگهداری
۷- هزینه‌های مربوط به استهلاک
۸- هزینه‌های متفرقه

۳- منافع حاصل از احیای منابع و استفاده مجدد از پساب و لجن حاصل از تصفیه

جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه و بکارگیری آن باید به صورت جامع تمام هزینه‌ها و منافع را مد نظر قرار دهد. یکی از انگیزش‌های اصلی از جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب و بکارگیری آن، صرفه‌جویی در انرژی و تولید آن (بیوگاز)، استفاده از مواد مغذی موجود در لجن‌ها برای تغلیظ زمین‌های کشاورزی و کاهش فشار به منابع آب تازه و طبیعی است. در واقع منافع مذکور منافع غیرمستقیمی هستند که علاوه بر منافع مستقیم کاهش هزینه‌های سلامتی و آلودگی‌های زیست‌محیطی در نتیجه رهاسازی فاضلاب تصفیه شده، بدست می‌آیند. بر همین مبنا است که در مقاله حاضر بر این نکته تأکید شده است که جمع‌آوری، تصفیه و بکارگیری فاضلاب منفعت مضاعف و یا حتی چندگانه می‌تواند داشته باشد که در تحلیل‌های هزینه-فایده عمومی در ایجاد سیستم‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب با مقیاس‌های مختلف باید مد نظر قرار داد. بر این مبنا می‌توان چارچوب کلی تحلیل اقتصادی و زیست محیطی طرح‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب را به شکل (۲) نشان داد.



شکل ۲- چارچوب ارزیابی اقتصادی جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب

تحلیل طرح شبکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب کلان‌شهر تهران

در صورتی که طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب کلان‌شهر تهران اجرا نمی‌شد به دلیل رشد روزافزون جمعیت این شهر و لزوم تأمین آب مورد نیاز شهر، سبب می‌گردید که بخش عمده این آب‌ها به‌صورت فاضلاب، از طریق چاه‌های جاذب وارد آب‌های زمینی شده و باعث بالارفتن سطح آب زیرزمینی در مناطق پائین‌دست شهر شود. در نتیجه اکوسیستم حوضه آبریز منطقه دستخوش تغییرات شدید شده و خاک قدرت خودپالائی خود را از دست می‌داد. علاوه بر این موجب بروز بیماری‌های مختلف و مسائل حاد بهداشتی و تخریب محیط زیست به عنوان آثار جانبی رهاسازی فاضلاب همانگونه که در بخش‌های پیشین اشاره شد، می‌گردید. لذا اجرای طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب شهر تهران به عنوان یکی از اولویت‌های اساسی شرکت آب و فاضلاب، وزارت نیرو و مدیریت شهر مطرح شده است.

طرح فاضلاب تهران از سال ۱۳۷۴ در گستره‌ای به مساحت ۷۰ هزار هکتار در مناطق ۲۲ گانه تهران و برای پوشش ۱۱ میلیون نفر از جمعیت این شهر آغاز به کار کرده است. براساس مطالعات طرح جامع فاضلاب تهران، این شهر تا پایان سال ۱۴۱۰ (پایان دوره طرح) جمعیتی بالغ بر ۱۰/۵ میلیون نفر را در خود جای خواهد داد. مساحت شهر تهران حدود ۷۰ هزار هکتار است که برای آن بالغ بر ۹۰۰۰ کیلومتر لوله‌گذاری فاضلاب، شامل شبکه‌های فرعی، نیمه‌اصلی، اصلی و خطوط انتقال مورد نیاز است.

در وضعیت فعلی چندین تصفیه‌خانه کوچک از نوع سیستم لجن فعال در نقاط مختلف شهر تهران وجود دارد که مجموع ظرفیت آن‌ها کمتر از ۴۰۰ هزار نفر است و قدمت بعضی از آن‌ها به بیش از ۳۰ سال می‌رسد. براساس مطالعات طرح جامع فاضلاب تهران بنا شده است که دو مکان برای احداث تصفیه فاضلاب شهر تهران در نظر گرفته شود؛ یکی از این مکان‌ها در جنوب تهران در حد فاصل شهر ری و پالایشگاه تهران قرار دارد که به این منظور زمینی به مساحت ۱۱۰ هکتار تملک شده و مدول‌های تصفیه‌خانه با همکاری بانک جهانی و پیمانکاران داخلی و خارجی در آن در حال احداث است. این تصفیه‌خانه در مجموع چهار میلیون نفر را پوشش می‌دهد و ظرفیت هر مدول آن ۵۲۵،۰۰۰ نفر است. پساب تولیدی در این تصفیه‌خانه در نهایت در دشت جنوب تهران به مصرف آبیاری زمین‌های کشاورزی خواهد رسید. مکان دیگر احداث تصفیه‌خانه در جنوب غرب تهران خواهد بود که فاضلاب مناطق غرب و جنوب غرب و بخش‌های مرکزی شهر تهران به این تصفیه‌خانه منتقل خواهد شد.

۱- منافع زیست‌محیطی اجرای طرح فاضلاب تهران

اجرای طرح فاضلاب تهران علی‌رغم هزینه‌های آشکار اقتصادی بالایی که در بردارد، متضمن منافع اقتصادی و زیست‌محیطی زیادی است که در بخش‌های قبلی با عنوان منافع مضاعف از آن‌ها یاد گردید. این منافع را می‌توان حداقل در سه بخش بر شمرد: ۱) ارتقاء سطح بهداشت عمومی، ۲) توسعه کشاورزی و ۳) بهبود آبیاری اراضی زراعی جمع‌آوری و تصفیه بهداشتی فاضلاب، کیفیت منابع آب زیرزمینی را افزایش خواهد داد، چراکه تخلیه فاضلاب به روش‌های سنتی و غیربهداشتی مشکلات فراوانی را به لحاظ زیست‌محیطی ایجاد می‌کند. با اجرای طرح فاضلاب تهران از ورود فاضلاب خام برای آبیاری مزارع سبزی و صیفی‌جات در جنوب تهران جلوگیری شده و آب از چرخه یك بار مصرف و مخرب به چندبار مصرف و سازنده تبدیل می‌شود. پساب تولیدی هم به آبخوان‌های اطراف تهران تزریق شده تا سفره آب‌های زیرزمینی تغذیه و از فرونشست زمین، جلوگیری شود. با احداث و بهره‌برداری شبکه جمع‌آوری و با احداث و بهره‌برداری از بزرگترین تصفیه‌خانه فاضلاب خاورمیانه در جنوب تهران جمعیتی معادل ۴ میلیون و ۲۰۰ هزار نفر از مردم شهر تهران را تحت پوشش قرار داده و پساب خروجی آن با هدف استفاده در زمین‌های کشاورزی، در آبیاری فضای سبز شهری و تغذیه آبخوان‌ها تأثیر بسزایی خواهد گذاشت. پساب تولیدی تصفیه‌خانهٔ جنوب تهران که نزدیک به ۵۰ درصد آب استحصالی از سدهای منتهی به تهران را تشکیل می‌دهد، برای آبیاری حدود ۹۰ هزار هکتار زمین کشاورزی در سال مورد استفاده قرار می‌گیرد. از دیگر اثرات مفید اجرای این پروژه بر محصولات کشاورزی، تولید کود طبیعی به‌صورت کود آلی (لجن) تصفیه شده و استفاده از آن به جای کود شیمیایی است که می تواند در ۹۰ هزار هکتار زمین کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد.

آبخوان‌ها پشتوانهٔ ملی تأمین آب در سال‌های خشک خصوصاً در مناطق کم آب به حساب می‌آیند. اجرای طرح فاضلاب تهران معادل ۸۰ درصد آب مصرفی، منبع آب غیرآلوده ایجاد می‌کند که استفاده از آن می‌تواند در کنار مدیریت برداشت از آبخوان‌ها، از آلودگی بیشتر آبخوان‌ها جلوگیری کند.

همچنین احداث و بهره برداری از بزرگترین تصفیه‌خانه فاضلاب خاورمیانه، احداث بزرگترین نیروگاه تولید همزمان برق و حرارت از انرژی زیست توده (از استحصال و جمع‌آوری بیوگاز حاصل از تصفیه فاضلاب)، اجرای بزرگترین پروژه مکانیسم توسعه پاک (CDM) در بخش فاضلاب جهان از دیگر منافع اقتصادی و زیست‌محیطی جانبی اجرای طرح مذکور می‌باشد.

با اجرای پروژه‌های مذکور از انتشار ۱۵۰،۰۰۰ تن دی اکسید کربن (برای هر پروژه ۷۵۰۰۰ تن) در فضا جلوگیری می‌شود که با توجه به پروژه‌های اجرا شده در صنعت فاضلاب دنیا، پروژه‌ای در حجم پروژه CDM فاضلاب تهران در دبیرخانه کنوانسیون تغییرات اقلیمی سازمان ملل ثبت نشده و این پروژه بزرگترین پروژه CDM بخش فاضلاب شهری جهان است. با اجرای کل تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهر تهران از انتشار در حدود ۷۵۰ هزار تن دی اکسید کربن (معادل ۱۱ هزار هکتار فضای سبز برای جذب دی اکسید کربن) در فضا جلوگیری می‌شود(پایگاه اطلاع رسانی شرکت آب و فاضلاب تهران، ۱۳۹۴).

با توجه به اینکه بیوگاز حاصل از فرآیند تصفیه بی‌هوازی فاضلاب حاوی گاز متان است، به عنوان منبعی برای تولید انرژی مفید مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از بزرگترین نیروگاه‌های بیوگاز حاصل از تصفیه فاضلاب در جهان در محل تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران واقع است که در صورت تکمیل تصفیه‌خانه سالیانه در حدود ۸۰ گیگاوات انرژی الکتریکی و ۲۷۰ تراژول انرژی حرارتی تولید می‌گردد که این مقدار معادل تأمین برق مصرفی یک شهرک مسکونی ۱۰۰۰۰۰ نفری است. در حال حاضر با نصب واحدهای تولید همزمان برق و حرارت (CHP)[۲۴] در ۶ واحد تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران، سالیانه در حدود ۶۰ گیگاوات انرژی الکتریکی و ۲۰۰ تراژول انرژی حرارتی تولید می‌شود که این مقدار معادل تأمین برق مصرفی یک شهرک مسکونی ۸۰۰۰۰ نفری است. این نیروگاه ۸۰ درصد برق مصرفی و ۱۰۰ درصد حرارت مورد نیاز بهره‌برداری از تأسیسات تصفیه‌خانه را تأمین و صرفه‌جویی انرژی فسیلی در حدود ۱۵۰ هزار بشکه نفت خام (۴۰۰ هزار متر مکعب گاز) را به دنبال دارد (پایگاه اطلاع رسانی شرکت آب و فاضلاب تهران، ۱۳۹۴).

۲- چارچوب تحلیل اقتصادی و زیست‌محیطی اجرای پروژه فاضلاب شهر تهران

برای ارزیابی اقتصادی و زیست‌محیطی طرح‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب به صورت عام و برای طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب شهر تهران به صورت خاص، با توجه به مطالب بیان شده باید مراحل زیر طی شود:

۱- برآورد کمیت و کیفیت فاضلاب تولیدی (S)

۲- شناسایی امراض و مسائل بهداشتی ناشی از عدم جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب (D)

۳- برآورد تعداد جمعیت در معرض آسیب‌های بهداشتی و بیماری‌های ناشی از عدم جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب (P)

۴- برآورد هزینه‌های درمان، مرگ زودرس و درآمدهای از دست رفته در نتیجه عدم جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب (DC)

۵- برآورد میزان آسیب وارده به محیط‌زیست طبیعی و برآورد ارزش دست رفته زیست‌محیطی در نتیجه آسیب مذکور (به صورت قیمت‌های سایه‌ای) (EC)

۶- برآورد هزینه‌های سرمایه‌گذاری اجرای طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب (CE)

۷- برآورد هزینه‌های عملیات و نگهداری طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب (OC)

۸- برآورد ارزش اقتصادی پساب تولیدی (WV)
۹- برآورد ارزش اقتصادی لجن تولید شده (SV)
۱۰- برآورد ارزش اقتصادی انرژی تولید شده (EV)
۱۱- تعیین طول عمر پروژه (T)
۱۲- انتخاب نرخ تنزیل (r)

بعد از احصاء موارد مذکور لازم است که چارچوب هزینه – فایده (CBA)[۲۵] مرسوم با توجه به جامع‌نگری انجام شده صورت پذیرد. در تجزیه تحلیل هزینه – فایده مرسوم ارزش حال خالص (NPV) یک طرح که به صورت زیر محاسبه می‌شود، باید بزرگتر از صفر باشد.

$$NPV = \sum_{t=0}^{t=T} \frac{NB_t}{(1+r)^t} \qquad (۱)$$

در رابطه مذکور NB_t منافع خالص پروژه در دوره t است. در محاسبه NPV پروژه، r نرخ تنزیل است. "اگر NPV مثبت باشد، پروژه اقتصادی و در غیر این صورت غیر اقتصادی است". از رابطه (۱)، برای محاسبه NPV طرح، وقتی منافع و درآمدهای طرح در دوره نامحدود زمانی گسسته بدست می‌آید، استفاده می‌کنیم. اگر دوره زمانی پیوسته باشد رابطه فوق به صورت زیر تغییر می‌کند:

$$NPV = \int_{t=0}^{t=T} e^{-rt} NB_t d_t \qquad (۲)$$

اجزا منافع خالص به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$NB_t = B_t - C_t \qquad (۳)$$

در رابطه مذکور B و C به ترتیب منافع ناخالص و هزینه‌های کل طرح هستند. در طرح‌های جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه آن با توجه به گام‌های معرفی شده، می‌توان منافع و هزینه‌های اجرای طرح و روش برآورد آنها را به صورت جدول (۳) بیان نمود.

جدول ۳- طبقه‌بندی روش‌های ارزش‌گذاری اقتصادی

منافع	روش برآورد	هزینه‌ها	روش برآورد
هزینه‌های درمان، مرگ زودرس و درآمدهای از دست رفته در نتیجه عدم جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب	روش‌های بازاری و غیربازاری	هزینه‌های سرمایه‌گذاری اجرای طرح	روش‌های بازاری
ارزش دست رفته زیست‌محیطی در نتیجه عدم جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب	روش‌های بازاری و غیربازاری	هزینه‌های عملیات و نگهداری طرح	روش‌های بازاری
ارزش اقتصادی پساب تولیدی	روش‌های بازاری و غیربازاری	هزینه‌های جانبی اجرای طرح	روش‌های بازاری و غیربازاری
ارزش اقتصادی لجن تولید شده	روش‌های بازاری		
ارزش اقتصادی انرژی تولید شده	روش‌های بازاری		

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با توجه به افزایش جمعیت و رشد سریع و روزافزون تقاضا برای کالاها و خدمات، چه در بخش صنعت و خدمات و چه در بخش کشاورزی، و افزایش تولید آب آلوده، ساماندهی به وضعیت فاضلاب‌های شهری و صنعتی اهمیت قابل ملاحظه‌ای دارد. تصفیه فاضلاب‌های تولیدی در کشور و استفاده مناسب از آنها می‌تواند بخشی از مشکلات کیفی منابع آبی را رفع نموده، آثار سوء عدم جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب را بر محیط‌زیست و بهداشت انسانی کاهش دهد؛ علاوه بر کاهش آلودگی منابع آبی، با ایجاد منافع آشکار اقتصادی منافع جانبی چشمگیری نیز داشته باشد. بدین منظور در نظر گرفتن منافع و هزینه‌ها به صورت جامع و در قالب منافع و هزینه‌های اجتماعی در تحلیل‌های هزینه و فایده لازمه تصمیم‌گیری صحیح در این زمینه است.

روشن شدن ابعاد چند جانبه اقتصادی و زیست‌محیطی تصفیه و بکارگیری فاضلاب کمک می‌نماید تا تحلیل‌های هزینه-فایده پروژه‌های مذکور با در نظر گرفتن تمام هزینه‌ها و منافع اجتماعی انجام پذیرد و برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در این زمینه مبتنی بر اصول علمی، به روش‌های درستی انجام پذیرد.

با توجه به اینکه در مطالعات پیشین و طرح توجیحی انجام شده در خصوص طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب شهر تهران، جامع‌نگری یاد شده در مورد منافع و هزینه‌ها و روش‌شناسی بیان شده نیز برای برآورد منافع و هزینه‌ها بکار گرفته نشده است، با بازبینی طرح مذکور می‌توان ابعاد گسترده‌تری از منافع اجتماعی و زیست‌محیطی آن را مشخص نمود و همچنین چرایی لزوم تخصیص اعتبارات بیشتر در این زمینه برای اجرایی شدن با شتاب بیشتر طرح‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب در کشور را توجیه نمود.

پی‌نوشت

1- Gross Domestic Product
2- Willingness To Pay (WTP)
3- Travel Cost Method

4- Hedonic Pricing Method
5- Contingent Valuation Method
6- Revealed Preferences
7- Stated Preferences
8- Market-based valuation
9- Change in Productivity
10- Net Factor Income
11- Avoided Cost
12- Avoided Damage
13- Surrogate Price
14- Replacement Cost
15- Non-Market Valuation- Stated Preference
16- Contingent Valuation
17- Choice Modeling
18- Non-Market Valuation- Revealed Preference
19- Travel Cost Method
20- Hedonic Pricing
21- Dose-response Functions
22- Double Dividend
23- Clean Development Mechanism (CDM)
24- Combined Heat and Power
25- Cost Benefit Analysis

منابع

پایگاه اطلاع رسانی شرکت آب و فاضلاب تهران. ۱۳۹۴. طرح فاضلاب تهران در میان ۳ طرح برتر آب نامزد دریافت جایزه جهانی، در دسترس در آدرس http://west.tpww.ir/fa/news/۲۳۸۳۵/print، تاریخ دسترسی: ۱۳۹۵/۰۳/۰۶.

شرزه‌ای، ع. ماجد، و. و عراقی‌نژاد، ش. ۱۳۹۴. راهنمای برنامه‌ریزی، مدیریت و تعیین تعرفه‌های پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به‌منظور استفاده مجدد. دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا وزارت نیرو.

Bateman I.J., Cole M.A., Georgiou S. and Hadley D.J. 2006. Comparing contingent valuation and contingent ranking: A case study considering the benefits of urban river water quality improvements. Journal of Environmental Management, 79(3): 221-231.

Gordon L.G., Eckermann S., Hirst N.G., Watson D.I., Mayne G.C., Fahey P. and Whiteman D.C. 2011. Healthcare resource use and medical costs for the management of oesophageal cancer. British Journal of Surgery, 98(11): 1589-1598.

Hakes J.K. and Viscusi W.K. 2007. Automobile seatbelt usage and the value of statistical life. Southern Economic Journal, 73: 659-676.

Hamilton A.J., Stagnitti F., Premier R., Boland A.M. and Hale G. 2006. Quantitative microbial risk assessment models for consumption of raw vegetables irrigated with reclaimed water. Applied and Environmental Microbiology, 72(5): 3284-3290.

Hanjra M.A., Drechsel P., Mateo-Sagasta J., Otoo M. and Hernández-Sancho F. 2015. Assessing the finance and economics of resource recovery and reuse solutions across scales. In Wastewater (pp. 113-136). Springer Netherlands.

Hernández-Sancho F., Lamizana-Diallo B., Mateo-Sagasta J. and Qadir M. 2015. Economic valuation of wastewater: the cost of action and the cost of no action. Economic valuation of wastewater: the cost of action and the cost of no action. UNEP: Nairobi, Kenya.

Kim J.H., Kim S.M., Joo J.S. and Lee K.S. 2012. Factors associated with medical cost among patients with terminal cancer in hospice units. Journal of palliative care, 28(1): 5.

Ledoux L. and Turner R.K. 2002. Valuing ocean and coastal resources: a review of practical examples and issues for further action. Ocean & Coastal Management, 45(9): 583-616.

Roman H.A., Hammitt J.K., Walsh T.L. and Stieb D.M. 2012. Expert elicitation of the value per statistical life in an air pollution context. Risk analysis, 32(12): 2133-2151.

Toze S. 2006. Reuse of effluent water-benefits and risks. Agric Water Manage, 80: 147-159

Tsai W.J., Liu J.T. and Hammitt J.K. 2011. Aggregation biases in estimates of the value per statistical life: evidence from longitudinal matched worker-firm data in Taiwan. Environmental and Resource Economics, 49(3): 425-443.

Wilking N. and Jönsson B. 2005. A pan-European comparison regarding patient access to cancer drugs. Karolinska Institutet in collaboration with Stockholm School of Economics Stockholm, Sweden.