

فصلنامه اقتصاد و برنامه ریزی شهری

سایت نشریه: <http://eghtesadeshahr.tehran.ir>

مقاله پژوهشی

تحلیل فایده-هزینه مدیریت پسماندهای جامد شهری؛ مطالعه موردی: شهر رباط کریم

مرتضی تهامی پور زرنندی^{۱*}؛ افشین سفاهن^۲

^۱ استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۲ کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده:
تاریخ های مقاله: تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۰۳ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۲/۲۱	امروزه توسعه اقتصادی، رشد جمعیت و شهرنشینی سبب شده است تا محیط زیست به شدت در معرض آسیب و تخریب قرار گیرد. در این ارتباط، پسماندهای جامد شهری نقش درخور توجهی در تخریب دارد. عدم صرفه‌های اقتصادی ناشی از فرایند مدیریت پسماند مهم‌ترین موضوعی است که باعث غفلت از هزینه کردن برای مدیریت آثار خارجی محیط زیستی می‌شود و بنابراین، بررسی پایداری مالی این فرایند ضروری است. در این مقاله به ارزیابی مالی و اقتصادی سه مرحله از فرایند مدیریت پسماند شامل ذخیره‌سازی، جمع‌آوری و حمل‌ونقل برای شهر رباط کریم با استفاده از رویکرد تحلیل هزینه-فایده پرداخته می‌شود. نتایج نشان داد در وضعیت فعلی با توجه به اینکه هزینه‌های انجام این طرح (هزینه‌های ثابت و متغیر) نسبت به درآمد حاصل از فروش پسماند، بسیار بیشتر است. این فرایند از دیدگاه سرمایه‌گذاران بخش خصوصی توجیه‌پذیری مالی ندارد. به منظور بررسی امکان توجیه‌پذیری مالی، سه سناریو شامل کاهش ۱۵ درصدی هزینه‌های ثابت، افزایش ۳۰ درصدی درآمد حاصل از فروش هرتن پسماند و لحاظ منافع غیرمستقیم کاهش هزینه‌های بهداشتی ناشی از عملکرد صحیح مدیریت پسماند بررسی شد. نتایج نشان داد با لحاظ این تغییرات، نرخ بازده داخلی ۴۰ درصد و نسبت فایده به هزینه حدود ۱/۲۰ و دوره بازگشت سرمایه ۴/۲۵ سال خواهد بود و فرایند مدیریت پسماند می‌تواند دارای توجیه‌پذیری مالی باشد. نتایج این مطالعه می‌تواند اطلاعات لازم برای تعیین مشوق‌های دولتی برای اقتصادی کردن فرایند مدیریت پسماند توسط بخش خصوصی را فراهم کند. DOI: 10.22034/UE.2021.02.01.04
کلمات کلیدی: مدیریت پسماند ارزیابی مالی ارزیابی اقتصادی پسماند جامد شهری ایران	

مقدمه

درخور توجهی از کل بودجه عمومی شهری در شهرستان‌ها در کشورهای کم‌درآمد و با درآمد متوسط را نشان می‌دهد (اشنایبرگ^۳ و همکاران، ۲۰۱۰).

براساس تعریف قانون مدیریت پسماند^۴ ایران مصوب سال ۱۳۸۳، پسماند به مواد جامد، مایع و گاز، غیر فاضلاب گفته می‌شود که به طور مستقیم یا غیرمستقیم حاصل از فعالیت انسان است و از نظر تولیدکننده زائد تلقی می‌شود (منوری و همکاران، ۱۳۸۸). پسماندهای عادی^۵ نیز به پسماندهایی گفته می‌شود که به صورت معمول از فعالیت‌های

یکی از چالش‌های اصلی در شهرهای کشورهای در حال توسعه آن است که خدمات جامع مدیریت پسماندهای جامد شهری از پایداری مالی برخوردار باشد (لوهاری^۱ و همکاران، ۲۰۱۷). همچنین، با افزایش درخور توجه زباله‌های جامد به دلیل صنعتی شدن و شهرنشینی، آسیب‌های زیست‌محیطی نیز رو به وخامت گذاشته است و مدیریت زباله‌های جامد را به عنوان یک مسئله مهم در سراسر جهان تبدیل کرده است (فاتیما^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). از طرفی، مدیریت زباله‌های جامد اغلب یک نسبت

1 Lohari

2 Fatima

نویسنده مسئول:

ایمیل: m_tahami@sbu.ac.ir

3 Scheinberg

4 Waste Management

5 Normal waste

جدول ۱. میزان تولید پسماند (تن در روز)

نوع پسماند	استان تهران/ تن در روز	شهرستان رباط کریم/ تن در روز	درصد نسبت به استان
پسماند عادی	۱۱۰۳۶	۲۲۰	۱/۹۹
پسماند صنعتی	۲۲۴۱/۷	-	-
پسماند پزشکی	۱۱۵/۴۶	۰/۲۵	۰/۲۱
کشاورزی	۱۲۷۵۱	-	-
ویژه	۴۰۰	-	-
ساختمانی	۶۱۵۰۲	۶۵۵	۱/۰۶

مأخذ: اداره کل حفاظت محیط زیست استان تهران.

جامد شهری و ارائه پیشنهادهایی برای سودآور بودن آن است. منطقه مطالعه شده در این مقاله برای بررسی اقتصادی فرایند مدیریت پسماند، شهرستان رباط کریم استان تهران است. شهرستان رباط کریم با وسعتی معادل ۲۹۳ کیلومترمربع در جنوب غربی استان تهران واقع شده است. جمعیت شهرستان رباط کریم در سال ۱۳۹۵ معادل ۲۹۱/۵۱۶ نفر بوده که در سال ۱۳۹۰ و ۱۳۸۵ و ۱۳۷۵ به ترتیب معادل ۱۹۵/۹۱۷ و ۱۵۱/۸۴۹ و ۹۷/۱۷۷ نفر بوده است. میزان شهرنشینی شهرستان در سال ۱۳۹۵ به میزان ۸۰ درصد رسیده است. در جدول ۱ میزان تولید روزانه پسماند در استان تهران و شهرستان رباط کریم نشان داده شده است.

وسعت مرکز دفن زباله شهرستان رباط کریم (رودخانه شور) حدود ۱۰۰ هکتار است و شیوه امحا به صورت دفن غیربهداشتی است. در زمینه بررسی و تحلیل اقتصادی فرایند مدیریت پسماند مطالعات اندکی انجام شده است که در ادامه، شرح برخی از آن‌ها پرداخته می‌شود.

فرزادکیا و همکاران (۱۳۸۸) فرایند بازیافت سه گروه اصلی از مواد خشک بازیافت‌پذیر مانند شیشه و کاغذ و مقوا در شهر دلیجان را ارزیابی اقتصادی کرده‌اند و نتیجه گرفتند که این فرایند سودآور است. منوری و همکاران (۱۳۸۷) نیز طرح بازیافت در منطقه ۲۰ تهران در مورد پسماندهای خانگی تحت شرایطی سودآور نشان داده شده‌اند. در مطالعه نصرالهی و همکاران (۱۳۹۵) به برآورد و ارزیابی هزینه و درآمد سامانه‌های مدیریت پسماند شهر تهران پرداخته شده و نتیجه گرفته که چنانچه جریان پسماندها از دفن مستقیم به سمت سایر فناوری‌های پردازش و دفن مانند تفکیک سازی مواد قابل بازیافت، هضم هوازی، هضم بی‌هوازی و پسماندسوزی هدایت شوند، مقدار درخور توجهی از هزینه‌ها کاسته خواهد شد. مجلسی و همکاران (۱۳۹۲) نیز به تجزیه و تحلیل هزینه جمع‌آوری و حمل‌ونقل پسماند منطقه ۱ شهر بندرعباس با استفاده از نرم‌افزار WAGS پرداخته‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهد که برای مدیریت جمع‌آوری و انتقال زباله منطقه ۱ شهر بندرعباس در ۱۵ سال آینده نیاز به ۳۵ میلیارد تومان است و اساسی‌ترین مخارج مربوط به هزینه پرسنلی و سوخت است.

از جمله مطالعات دیگر در این زمینه می‌توان به مطالعه گیتی‌پور و

روزمره انسان‌ها در شهرها، روستاها و خارج از آن‌ها تولید می‌شود. مانند زباله‌های خانگی و نخاله‌های ساختمانی (عبدلی، ۱۳۸۹). به بخش بزرگی از زباله‌های جامدی که به صورت ناخواسته و یا غیرقابل استفاده در منزل اعم از کاغذ، شیشه، فلزات، پلاستیک و پارچه و... دور ریخته می‌شوند، پسماندهای جامد خانگی گفته می‌شود (دهقانی و همکاران، ۱۳۸۸).

براساس آمار بانک جهانی^۶، مقدار کلی تولید پسماند شهری در سال ۲۰۱۲ و براساس داده‌های موجود، ۳۵۳۲۲۵۵ تن در روز است که با احتساب جمعیت شهرنشین ۲۹۸۲ میلیون نفری جهان، سرانه تولید روزانه پسماند معادل ۱/۱۹ کیلوگرم در روز است. پیش‌بینی می‌شود میزان تولید تا سال ۲۰۲۵ به ۶۰۶۹۷۰۵ تن در روز برسد، که با توجه به جمعیت شهرنشین احتمالی ۴۲۸۷ میلیون نفری جهان در آن سال، سرانه تولید به ۱/۴۲ کیلوگرم در روز خواهد رسید و این افزایش می‌تواند اثرات نامطلوبی بر محیط زیست و سلامتی بشر داشته باشد.

براساس آمار سال ۱۳۸۵، در کلان‌شهر تهران حدود ۷۱۴۶ تن در روز انواع پسماند تر و خشک تولید شده است. مقدار ۲۳۱ تن (یعنی حدود ۳ درصد) از آن در مبدأ تفکیک شده است. ۹۰۹ تن (۱۳ درصد) از پسماند شهر تهران به کمپوست تبدیل شده است و باقی‌مانده پسماند شهر تهران که معادل ۶۰۰۶ تن (۸۴ درصد) است، به صورت نیمه‌بهداشتی دفن شده است.^۷

از طرفی، محدودیت سرمایه به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه ایجاب می‌کند که پروژه‌های سرمایه‌گذاری و فرایندهای عملیاتی و مدیریتی در توسعه شهری صرفاً اقتصادی داشته باشند و بتوانند از محل درآمدهای حاصله، هزینه‌ها را پوشش دهند و بی‌شک نگاه دولتی و امید بستن به بودجه‌های دولتی در بلندمدت مسیر توسعه را دچار مشکل خواهد کرد. این موضوع در مورد فرایند مدیریت پسماندهای جامد شهری نیز صادق است. به بیان دیگر، زمانی بخش خصوصی در رقابت بین بازارهای جاذب سرمایه با نرخ‌های سود مختلف، وارد فرایند و بسته‌های سرمایه‌گذاری مدیریت پسماند می‌شود که این فرایند دارای سود معقول پوشش‌دهنده هزینه‌های فرصت سرمایه باشد. بنابراین، سؤال اصلی این مطالعه، پرداختن به ارزیابی مالی و اقتصادی فرایند مدیریت پسماندهای

6 World Bank

۷ منبع: اطلس شهر تهران، شهرداری تهران.

اما هزینه‌های زیاد و تأثیرات بهداشتی آن موانع اصلی رشد سوزاندن است. بنابراین، در مطالعه خود به بررسی هزینه و فایده سوزاندن MSW در ۳۱ استان چین پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد هزینه‌های دفع MSW، پتانسیل گرمایش جهانی (GWP) و پتانسیل تبخیر (EP) با افزایش میزان سوزاندن برای همه استان‌های چین به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد، در حالی که اثرات زیست‌محیطی پتانسیل سمیت انسانی (HTP)، از بین بردن لایه ازن و آلودگی‌های خاک از جمله هزینه‌های این فرایند است. محققان یاد شده نتیجه گرفتند که این عمل در مورد تعدادی از استان‌های چین که توسعه یافته هستند، به صرفه است. با توجه مباحث مطرح شده، هدف از انجام تحقیق ارزیابی مالی و اقتصادی مدیریت پسماندهای جامد شهری است. در ارزیابی مالی به بحث‌های تأمین مالی طرح (میزان سرمایه مورد نیاز، شیوه تأمین آن و...)، بازده مورد انتظار صاحبان سرمایه (هزینه سرمایه، سودآوری پروژه و...) و در بحث ارزیابی اقتصادی به تعیین تمام درآمدها و هزینه‌های مالی طرح، تأثیر اجرای پروژه بر توزیع درآمد و آثار خارجی آن بر کل جامعه با کمک ارزیابی جنبه‌های مختلف اقتصادی و نیز ارائه راهکارهای اجرایی پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

تحلیل هزینه-فایده (CBA) یک ابزار تحلیلی است که به منظور ارزیابی یک تصمیم سرمایه‌گذاری به همراه سنجش رفاه ناشی از آن و همچنین، کمک به مشارکت در سیاست‌گذاری‌های مشترک اتحادیه اروپا است. نوع متغیرها و مواردی که به عنوان ورودی‌های یک طرح انتخاب می‌شوند، از یک سو و هدفی که کارفرما دنبال می‌کند، موجب پیدایش دو نوع متفاوت از تحلیل هزینه-فایده می‌شود که عبارت‌اند از: ۱- تحلیل هزینه-فایده خصوصی (ارزیابی مالی) و ۲- تحلیل هزینه-فایده اجتماعی (ارزیابی اقتصادی) (اسکونژاد، ۱۳۹۰).

در ارزیابی مالی هدف حداکثر کردن منافع صاحبان سرمایه است. هدف در بخش خصوصی معمولاً حداکثرسازی سود مالی است. ارزیابی مالی در صدد آن است که تمام درآمدها و هزینه‌های یک پروژه را طی عمر آن با توجه به ثبات مالی و نرخ مناسب بازگشت سرمایه، مشخص کند.

در ارزیابی اقتصادی بحث پروژه‌های عمومی و کلای عمومی مطرح است. طرح‌های عمومی مانند احداث بزرگراه‌ها و پل‌ها، نیازمند سرمایه‌گذاری هنگفتی است و در مقیاس‌های بزرگ‌تری هم اجرا می‌شوند. به دلیل عدم سودآوری بخش خصوصی وارد این پروژه‌ها نمی‌شود. هدف در بخش عمومی معمولاً حداکثرسازی منافع اقتصادی-اجتماعی است.

در ادامه، به تعریف برخی از شاخص‌های مهم استفاده شده در ارزیابی مالی و اقتصادی پرداخته می‌شود:

- *خالص ارزش حال NPV*^{۱۵}:

روش ارزش فعلی از مهم‌ترین و در عین حال ساده‌ترین تکنیک‌های

همکاران در مورد ارزیابی چرخه عمر گزینه‌های دفع پسماندهای شهری در شهر تهران (لیمودی و همکاران، ۱۳۹۲)، مطالعه مرادیان در مورد ارزیابی اقتصادی طرح سرمایه‌گذاری مجتمع یکپارچه بازیافت در شهر تهران (مرادیان، ۱۳۹۱)، مطالعه ایپار جیگل دیلا در مورد وضعیت بازیافت پسماندهای خانگی ایرلند شمالی و اهمیت نهادهای مردم‌نهاد و کمپینگ‌های حفظ محیط زیست در مدیریت آن (ایپار^۸، ۲۰۰۸)، مطالعه کینان و فالرتون^۹ (۱۹۹۹) در مورد اقتصاد مدیریت زباله‌های جامد شهری و مطالعه لیو^{۱۰} و همکاران (۱۹۹۹) در مورد بازیافت پسماندهای جامد شهری و اهمیت توجه به اهداف پایداری و کیفیت زیست‌محیطی در فرایند مدیریت پسماند اشاره کرد. فاتیما^{۱۱} و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل EASEWASTE به ارزیابی اثرات محیط زیستی سیستم مدیریت پسماندهای جامد شهری در لاهور شمالی پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد حدود ۱۰ درصد از پسماندهای ارگانیک توسط تأسیسات عمومی که توسط دولت تأمین می‌شوند، کمپوست می‌شوند. حدود ۴۱ درصد بازیافت‌ها توسط خانوارها به فروشگاه‌های آشغال‌فروشی فروخته می‌شوند و ۲۸ درصد آن‌ها توسط کارگران محافظت در سایت‌های دامپینگ طبقه‌بندی می‌شوند. طبق نتایج به دست آمده، مشخص شد که سیستم موجود از بسیاری جهات محیط زیست را آلوده می‌کند.

شامل^{۱۲} و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه خود پتانسیل تولید انرژی از پسماندهای جامد شهری (MSW) فرآوری شده در کارخانه تصفیه مکانیکی و بیولوژیکی اصفهان را بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهد در بسیاری از شهرهای کشورهای در حال توسعه با شرایطی مانند اصفهان، MTR و CR می‌توان از انرژی تولیدی پسماندها به عنوان منبع تولید و سوخت جایگزین در صنعت سیمان استفاده کرد.

مالاسیوس^{۱۳} و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله‌ای به طور تجربی تمایل به مشارکت (WTP) در مدیریت پسماندهای جامد توسط ساکنان روستای Sembulan Tengah در مالزی را با استفاده از یک مطالعه پیمایشی بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهد سن، جنس، سطح تحصیلات، طول مدت اقامت، مالکیت خانه و قومیت به طور معناداری تمایل به شرکت در فعالیت‌های نظافت زباله‌های جامد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. سن به طور قابل توجهی از نظر ساعت کار بر WTP تأثیر می‌گذارد. عوامل دیگر، از جمله جنس، سطح تحصیلات، مدت اقامت، سطح درآمد و مالکیت خانه در تأثیرگذاری بر WTP از نظر پول معنادار بود. یافته‌های ما می‌تواند برای اهداف سیاسی برای بهبود مدیریت پسماند جامد در جوامع فقیر در کشورهای در حال توسعه در آسیا و جاهای دیگر استفاده شود.

یو و دانگ^{۱۴} (۲۰۲۰) اعتقاد دارند که سوزاندن می‌تواند یک روش امیدوارکننده برای پاسخ به چالش‌های زباله جامد شهری (MSW) باشد،

8 Eipar Gegile Dila

9 Keenan & Fullerton

10 Lave

11 Fatima

12 Shumal

13 Malasius

14 Yu & Dong

15 Net Present Value

اقتصاد مهندسی است. این روش زیربنای کاربرد تکنیک‌های دیگر است. محاسبه ارزش فعلی یک فرایند مالی، تبدیل ارزش آینده کلیه دریافت‌ها و پرداخت‌ها به ارزش فعلی در زمان حال یا مبدأ پروژه است (اسکونزاد، ۱۳۹۰).

روش محاسبه NPV در رابطه ۱ نشان داده شده است:

$$(1) \quad NPV = \sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} + \frac{SV_n}{(1+r)^n}$$

که در آن R_t : درآمد طرح در سال t ، هزینه طرح در سال t ، SV_n : ارزش اسقاطی دارایی‌های طرح در سال t ، r : میزان کاهش، n : زمان تحقق منافع و عمر مفید پروژه است. اگر ارزش فعلی خالص مثبت باشد، انجام پروژه توجیه اقتصادی دارد و اگر منفی باشد، طرح توجیه اقتصادی ندارد. اگر ارزش فعلی خالص طرح برابر صفر شود یعنی میزان بازدهی طرح درست برابر میزان هزینه فرصت سرمایه‌گذار است و از لحاظ اقتصادی بین انجام دادن و ندادن پروژه تفاوتی وجود نخواهد داشت. در مقایسه طرح‌ها، طرحی که NPV بیشتری داشته باشد در اولویت قرار دارد.

- معیار نسبت ارزش خالص ارزش حال

این معیار نشان‌دهنده میزان سود اقتصادی حاصل از اجرای طرح به ازای یک ریال سرمایه‌گذاری است. طرحی که دارای $NPV_{RATIO} > 1$ بزرگ‌تر است، نسبت به باقی طرح‌ها در اولویت قرار می‌گیرد. NPV_{RATIO} از رابطه ۲ محاسبه می‌شود:

$$(2) \quad NPV_{RATIO} = \frac{NPV}{Investment}$$

که در آن $Investment$ نمایانگر سرمایه‌گذاری اولیه است.

- دوره بازگشت سرمایه NPP ^{۱۷}:

دوره بازگشت یک طرح سرمایه‌گذاری، تعداد سال‌هایی را که برای پوشش هزینه اولیه سرمایه‌گذاری لازم است، نشان می‌دهد. بر اساس این ضابطه، طرح یا گزینه‌ای که در کوتاه‌مدت اصل مبلغ سرمایه‌گذاری انجام‌شده را برگشت دهد، برتری می‌یابد. دوره بازگشت سرمایه نسبتی است از هزینه اولیه سرمایه‌گذاری به جریان نقدی سالانه (لاجوردی، ۱۳۸۹).

$$(3) \quad n_p = I/EUAB$$

n_p : دوره بازگشت سرمایه

I : هزینه سرمایه‌گذاری اولیه

$EUAB$: جریان معادل بکنواخت سالانه درآمدها

16 Net Present Value Ratio

17 Normal Payback Period

- نرخ بازده داخلی IRR ^{۱۸}:

نرخ بهره‌ای که بتواند درآمد و هزینه را متعادل سازد و کارایی نهایی سرمایه را به دست دهد، نرخ بازدهی داخلی IRR نام دارد. اهمیت ویژه این روش در آن است که در شرایط نبودن بازار متشکل مالی و نرخ تنزیل واحد در اقتصاد، نرخ بازدهی داخلی را می‌توان به کار گرفت (لاجوردی، ۱۳۸۹). نرخ بازده داخلی یک معیار سنجش غیر مستقیم از فایده‌رسانی طرح است، زیرا در پایان سرمایه‌گذاری به جای اندازه‌گیری فایده خالص نرخ درصدی بازده سرمایه را تعیین می‌کند. برای محاسبه این نرخ از رابطه ۴ استفاده می‌شود:

$$(4) \quad NPV = \sum_{t=0}^n \frac{R_t - C_t}{(1+r)^t} = 0$$

که در آن C_t : هزینه طرح در سال t ، R_t : فایده طرح در سال t ، r : نرخ تنزیل، n : عمر مفید پروژه و t : زمان تحقق منافع یا انجام هزینه است. اگر ارزش خالص پروژه‌ای مثبت باشد، چنین نتیجه می‌شود که نرخ بازده داخلی آن پروژه از نرخ بازدهی قابل قبولی که برای سرمایه‌گذاری به کار برده شده است، بیشتر است و به‌عکس، اگر ارزش فعلی خالص پروژه‌ای منفی باشد، نرخ بازده داخلی آن از نرخ مورد قبول کمتر است و نیز اگر ارزش خالص پروژه‌ای صفر باشد، می‌توان نتیجه گرفت که تمام سرمایه به‌کاررفته در پروژه به انضمام بهره‌های متعلقه در هر سال، برگشت داده‌شده و نرخ بازده داخلی پروژه معادل نرخ بازدهی مورد قبول است.

- نسبت فایده به هزینه (B/C) ^{۱۹}:

این معیار از شاخص‌های مهم در ارزیابی است و به نسبت سودآوری هم معروف است. این روش یک نسبت از منافع به مخارج را محاسبه می‌کند. بر اساس این معیار، ارزش حال منافع طرح را در صورت و ارزش حال مخارج و هزینه‌های طرح را در مخرج قرار می‌دهیم (الهی و همکاران، ۱۳۹۷).

$$(5) \quad \frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} + \frac{SV_n}{(1+r)^n}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

که در آن B_t : درآمد طرح در سال t ، C_t : هزینه طرح در سال t ، SV_n : ارزش اسقاطی دارایی‌های طرح در سال t ، r : نرخ تنزیل، n : عمر مفید پروژه و t : زمان تحقق منافع است.

در صورتی که این نسبت بزرگ‌تر از یک باشد، طرح توجیه دارد و قابل اجرا است و هم‌ارز با این مطلب است که NPV بزرگ‌تر از صفر

18 Internal Rate of Return

19 Benefit/Cost Ratio

جدول ۲. اطلاعات پسماند شهر رباط کریم در سال ۱۳۹۷

ردیف	شرح متغیر	اقدام آماری
۱	تعداد کل جمعیت (نفر)	۱۳۸۶۸۰
۲	تعداد کل خانوار	۳۳۸۰۰
۳	قیمت هر تن زباله برای تخلیه در مرکز دفن زباله رودخانه شور	۱۴۵۰۰ تومان
۴	مسیر جمع‌آوری زباله تا سکوی زباله	حدود ۱۰ کیلومتر
۵	تعداد نیروی خدماتی	۹۳ نفر
۶	تعداد نیروی خدماتی (راننده)	۲۲ نفر
۷	تعداد سرکارگر	۴ نفر
۸	تعداد کل ماشین‌آلات زباله	۲ دستگاه میدلام و ۳ دستگاه ایسوزو
۹	تعداد باکس	۶۲۰ باکس توسط میدلام و تعداد ۵۷۰ باکس توسط ایسوزو

منبع: اطلاعات دریافت‌شده از شهرداری شهر رباط کریم، ۱۳۹۸

شد و برای شهر رباط کریم با توجه به جمعیت آن مورد استفاده قرار گرفت. که هزینه‌های خدمات بهداشت عمومی و پیشگیری به مبلغ ۸/۶۷۵/۶۸۴ میلیون ریال و هزینه نظارت بر مواد غذایی، آب آشامیدنی و نکات بهداشتی به مبلغ ۸/۴۳۸ میلیون ریال و هزینه بهداشت محیط به مبلغ ۷۳۱/۴۲۴ میلیون ریال در سال ۱۳۸۷ در حساب‌های ملی سلامت در نظر گرفته شده است که با توجه به محاسبه‌گر تورم سایت بانک مرکزی برای سال ۱۳۹۸ به‌روزرآوری شده و سپس، با توجه به جمعیت به صورت سرانه برای شهر رباط کریم محاسبه شده است.

نرخ تنزیل در نظر گرفته‌شده با توجه به نرخ بهره اعطایی بانک‌ها در این مطالعه معادل ۲۰ درصد در نظر گرفته شده است و همچنین، دوره ساخت و بهره‌برداری نیز از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۸ معادل ۱۱ سال در نظر گرفته شده است.

یافته‌ها

در این بخش ابتدا برآورد هزینه‌های ثابت و متغیر و درآمدهای سالانه فرایند مدیریت پسماند در شهر رباط کریم ارائه می‌شود. سپس، به بیان شاخص‌های ارزیابی مالی در دو حالت شامل الف- وضعیت موجود و ب- وضعیت سناریوهای تغییرات پرداخته می‌شود. درخور یادآوری است که مدل مالی بررسی طرح مدیریت پسماند رباط کریم به صورت ماهانه و برای دوره چرخه عمر ۱۱ ساله از فروردین ۱۳۹۸ تا اسفند ۱۴۰۸ در نظر گرفته شده است که یک سال دوره ساخت و ۱۰ سال دوره بهره‌برداری است. مطابق جدول ۳، هزینه‌های طرح با در نظر گرفتن وضعیت فعلی و در نظر گرفتن سناریوها (در این قسمت سناریوی کاهش هزینه‌ها) قابل مشاهده است.

تحلیل مالی وضعیت موجود

- دوره بازگشت سرمایه عادی (Normal Payback Period): در این قسمت با تحلیل نموداری به محاسبه مدت زمان بازگشت سرمایه بدون در نظر گرفتن زمان - ارزش مالی می‌پردازد. نتایج حاصل

است و به عکس اگر کوچک‌تر از یک باشد، عدم توجیه طرح را نشان می‌دهد. در صورتی که حاصل کسر یک باشد، نسبت به قبول یا عدم قبول طرح بی‌تفاوت خواهیم بود. این روش علاوه بر بررسی اقتصادی طرح‌های سرمایه‌گذاری خصوصی، یک روش کاربردی و معروف در ارزیابی طرح‌های دولتی محسوب می‌شود (اسکونزاد، ۱۳۹۰).

در نهایت، درخور یادآوری است که در این مطالعه به منظور بررسی امکان توجیه‌پذیری مالی و اقتصادی طرح به بررسی سه سناریوی تغییرات پرداخته می‌شود که شامل موارد زیر است:

- بررسی کاهش هزینه‌های ثابت طرح به صورت درصدی (در این سناریو هزینه‌های ثابت تا سقف ۱۵ درصد کاهش داده شده است)
- بررسی افزایش درآمد فروش پسماند جامد شهری به صورت درصدی (در این سناریو درآمد تا سقف ۳۰ درصد افزایش داده شده است).
- بررسی هزینه‌های ناشی از نگهداری محیط زیست و هزینه‌های رعایت اصول بهداشتی و زیست محیطی به عنوان منفعت اجتماعی غیرمستقیم (در این سناریو مبلغ ۵۰۳۲۰ میلیون ریال به عنوان منفعت سالانه ناشی از خدمات زیست‌محیطی و بهداشت محیط در نظر گرفته شده است)

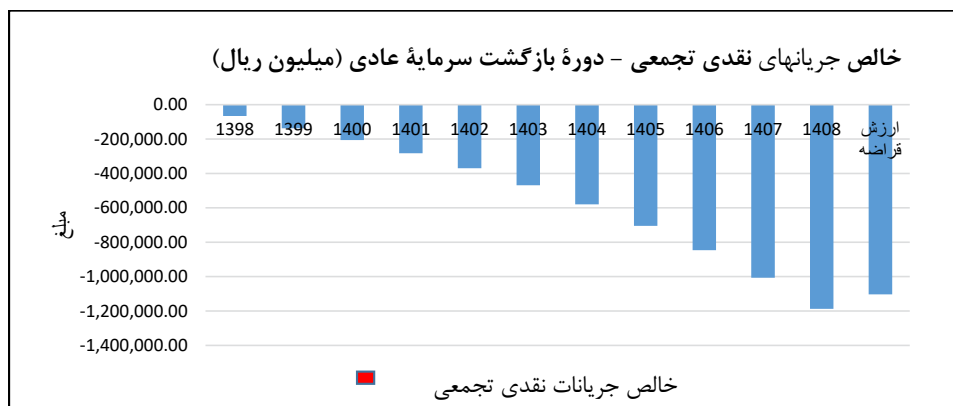
داده‌ها و آمارهای استفاده‌شده در این مطالعه مانند تعداد ساختمان، کارکنان در بخش‌های رسمی، قراردادی، پیمانی و همچنین، خودروهای استفاده‌شده و تعداد ساختمان و ساعات و تعداد فعالیت در روز، تعداد باکس‌ها، سطل‌های زباله، چرخک‌های زباله، مساحت زمین‌های استفاده‌شده و فرایندهای آن از شهرداری رباط کریم و همچنین، سازمان مدیریت پسماند رباط کریم تهیه و در مطالعه حاضر استفاده شده است. بخشی از اطلاعات و داده‌های کلی استفاده‌شده به شرح جدول ۲ است:

همچنین، آمارهای مربوط به هزینه‌های خدمات بهداشت عمومی و پیشگیری، نظارت بر مواد غذایی، آب آشامیدنی و نکات بهداشتی و بهداشت محیط از حساب‌های ملی سلامت مرکز آمار برای سال ۱۳۸۷ دریافت و با استفاده از شاخص قیمت‌ها و محاسبه‌گر تورم بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران به‌روزرسانی شد. سپس، به صورت سرانه محاسبه

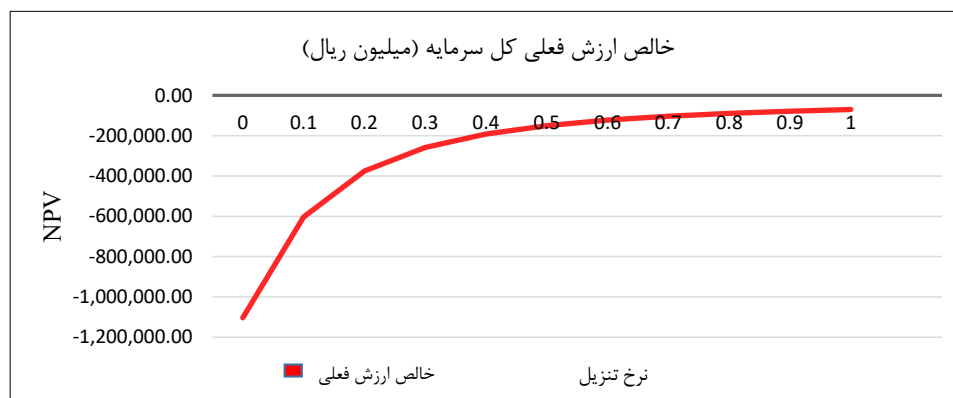
تحلیل فایده-هزینه مدیریت پسماندهای جامد شهری

جدول ۳. نتایج برآورد هزینه طرح مدیریت پسماند شهر رباط کریم (میلیون ریال)

وضعیت با در نظر گرفتن سناریوها	وضعیت فعلی	
۵۶۰۰	۷۰۰۰	خرید زمین
۲۸۰	۳۵۰	محوطه‌سازی و بهبود زمین
۹۵۲۰	۱۱۹۰۰	کارهای عمرانی، بنا و ساختمانی
۳۸۶۵۰	۴۳۰۰۰	تجهیزات خدماتی و جانبی کارخانه
۲۷۰۲	۳۱۱۲	هزینه‌های احتمالی
۵۶۷۵۲	۶۵۳۶۲	کل هزینه‌های ثابت سرمایه‌گذاری



شکل ۱. خالص جریانهای نقدی تجمعی-دوره بازگشت سرمایه عادی



شکل ۲. خالص ارزش فعلی کل سرمایه پروژه مدیریت پسماند شهری

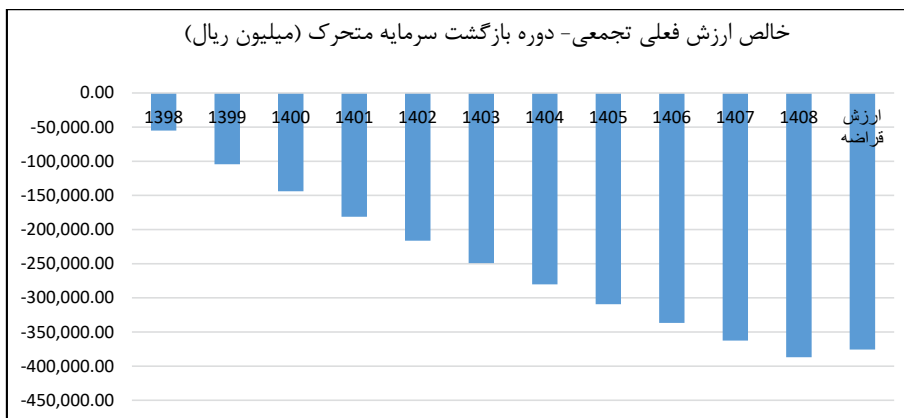
افزایندهای داشته است که کاملاً گویای توجیه‌پذیر نبودن پروژه مدیریت پسماند شهری در وضعیت موجود است.

خالص ارزش فعلی NPV :

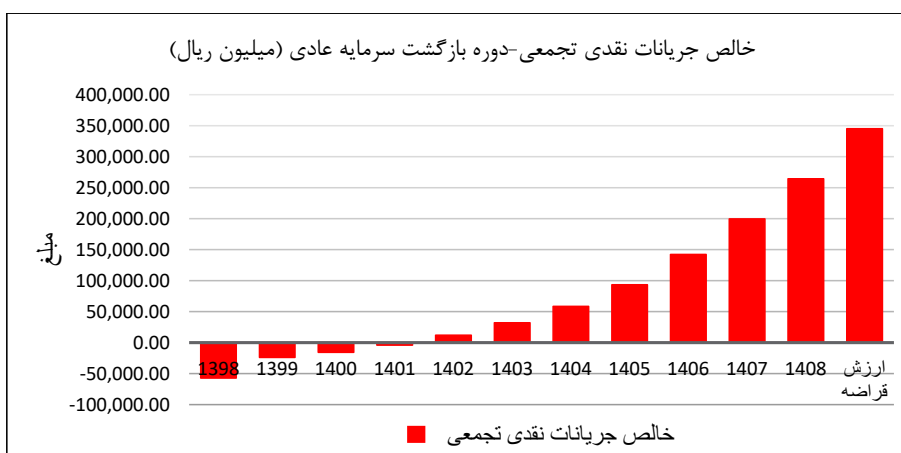
شکل ۲ که مربوط به خالص ارزش فعلی کل سرمایه بر حسب میلیون ریال در نرخ تنزیل‌های از بازه صفر تا ۱۰۰ درصد را نشان می‌دهد

از دوره بازگشت سرمایه عادی پروژه مدیریت پسماند شهری در شکل ۱ بیان شده است. در شکل ۱، محور : خالص جریانهای نقدی تجمعی و محور X : سال‌های ساخت و بهره‌برداری است.

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، خالص نقدی جریان‌های تجمعی بدون در نظر گرفتن زمان - ارزش مالی، هر سال روند منفی



شکل ۳. دوره بازگشت سرمایه متحرک پروژه مدیریت پسماند شهری



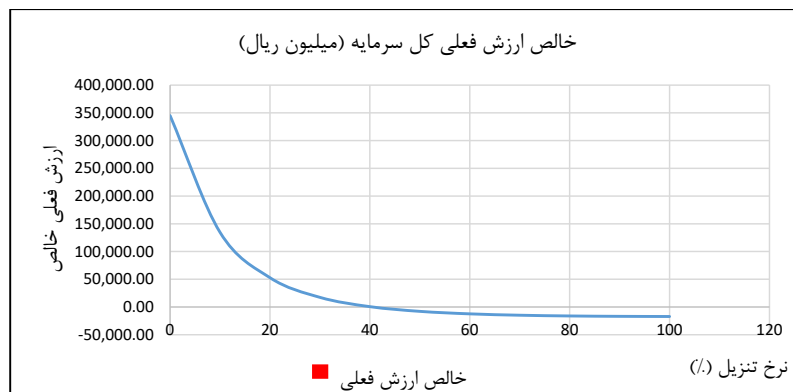
شکل ۴. دوره بازگشت سرمایه عادی پروژه مدیریت پسماند شهری در حالت توجیه‌پذیری

است که کاملاً گویای توجیه‌پذیر نبودن پروژه مدیریت پسماند شهری است.

-نرخ بازده داخلی سرمایه‌گذاری (Internal Rate of Return):
نرخ بازده داخلی، نرخ‌ی است که با استفاده از آن، ارزش فعلی جریان‌های نقدی خروجی، برابر با ارزش فعلی جریان‌های نقدی پروژه می‌شود و به بیان دیگر در آن نرخ، NPV صفر می‌شود. در پروژه مدیریت پسماند شهری، نرم‌افزار کامفار در وضعیت موجود قادر به محاسبه نرخ بازده داخلی سرمایه‌گذاری نبود، به علت اینکه مقدار جریان‌های نقدی تنزیل‌شده خروجی در نرخ تنزیل‌های متفاوت بسیار بزرگ‌تر از جریان‌های نقدی تنزیل‌شده ورودی در نرخ تنزیل‌های متفاوت است. بنابراین، پروژه مدیریت پسماند شهری از دیدگاه، نرخ بازده داخلی سرمایه‌گذاری قابل توجیه نیست.

که در تمامی نرخ تنزیل‌های بررسی شده، مقدار خالص ارزش فعلی کل سرمایه یا NPV مقداری منفی است و به این معناست که هزینه‌های مالی پروژه مدیریت پسماند شهری بسیار بزرگ‌تر از مقدار ورودی‌های مالی این پروژه است و این بیانگر «توجیه‌پذیر نبودن» سرمایه‌گذاری از دید کل سرمایه برای پروژه مدیریت پسماند شهری است.

-دوره بازگشت سرمایه متحرک (Dynamic Payback Period):
در این بخش به محاسبه مدت زمان بازگشت سرمایه با در نظر گرفتن زمان - ارزش مالی می‌پردازد (شکل ۲). نمودار دوره بازگشت سرمایه متحرک مشخصاتی به شرح ذیل دارد.
همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، خالص ارزش فعلی تجمعی با در نظر گرفتن زمان - ارزش مالی، هر سال روند منفی فزاینده‌ای داشته



شکل ۵. خالص ارزش فعلی کل سرمایه پروژه مدیریت پسماند شهری در حالت توجیه پذیری

در شکل ۴ ملاحظه می‌شود که دوره بازگشت عادی سرمایه با نرخ تنزیل ۲۰ درصد، بیش از ۴ سال است (۴/۲۵ سال). در سال ۱۴۰۲ میزان بازده نقدی تجمعی از منفی به سمت مثبت تغییر پیدا می‌کند.

خالص ارزش فعلی (NPV):

نتایج شکل ۵ که مربوط به خالص ارزش فعلی کل سرمایه بر حسب میلیون ریال در نرخ تنزیل‌های از بازه صفر تا ۱۰۰ است نشان می‌دهد که در بازه نرخ تنزیل ۴۰ تا ۵۰ درصد، مقدار خالص ارزش فعلی کل سرمایه یا NPV مثبت به سمت منفی تغییر پیدا کرده است و محور X نمودار خالص ارزش فعلی را در نرخ تنزیل ۴۰/۵۴ درصد قطع کرده است که به این معناست که خروجی‌های مالی پروژه مدیریت پسماند شهری در نرخ تنزیل بزرگ‌تر از ۴۰/۵۴ درصد؛ بزرگ‌تر از مقدار ورودی‌های مالی این پروژه است و این بیانگر «توجیه‌پذیر نبودن» سرمایه‌گذاری از دید کل سرمایه برای پروژه مدیریت پسماند شهری است و در نرخ تنزیل‌های کمتر از ۴۰/۵۴ درصد بیانگر «توجیه‌پذیر بودن» سرمایه‌گذاری از دید کل سرمایه برای پروژه مدیریت پسماند شهری است.

بنابراین، با توجه به اینکه نرخ ۴۰ درصد نرخ سرمایه‌گذاری جذابی بوده و بیشتر از نرخ تنزیل ۲۰ درصد است، در وضعیت لحاظ کردن سناریوها، طرح توجیه‌پذیر است. بنابراین، از لحاظ شاخص نرخ بازده داخلی سرمایه‌گذاری (Internal Rate of Return) نیز پروژه توجیه‌پذیر است. همچنین، نتایج نشان داد در این وضعیت نسبت فایده به هزینه به ۱/۲۰ درصد می‌رسد.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، مدیریت پسماند شهر رباط کریم در وضعیت موجود از لحاظ مالی و اقتصادی توجیه‌پذیر نیست و نیازمند حمایت مالی دولت است. در این زمینه، نتایج نشان داد می‌توان به ترتیب با کاهش ۱۵ درصدی و افزایش ۳۰ درصدی، در هزینه‌های ثابت و درآمدهای سالانه وضعیت موجود را سودآور کرد. ضمن اینکه منافع

نسبت فایده به هزینه (B/C):

سود و هزینه‌های اقتصادی نسبت داده شده به یک پروژه طی افق برنامه‌ریزی تعیین می‌شوند. نتایج نشان داد مقدار نسبت سود بر هزینه در پروژه مدیریت پسماند شهری برابر با ۰/۱ است که اجرای طرح مدیریت پسماند شهری، اقتصادی نیست.

بررسی تحلیل مالی با در نظر گرفتن تغییرات سناریوها

با توجه به عدم توجیه‌پذیری مالی طرح در وضعیت موجود، با ایجاد تغییراتی برای تعیین مبنای پایه مشوق‌های دولتی، به بررسی این طرح در سناریوهای مطرح شده پرداخته می‌شود که همان‌طور که بیان شد، این سناریوها شامل کاهش هزینه‌های ثابت، افزایش درآمدهای دوره بهره‌برداری و در نظر گرفتن منافع زیست‌محیطی ناشی از کاهش پسماند در کنار این حمایت‌های دولتی است. در واقع در حالت دوم به دنبال این موضوع هستیم که دولت از فرایند مدیریت پسماند حمایت کند تا توجیه‌پذیر شود و در کنار آن منافع محیط زیستی نیز برای جامعه ایجاد شود.

هزینه‌های زیست‌محیطی که به عنوان منفعت در این مطالعه استفاده شده شامل ۱- خدمات بهداشت عمومی و پیشگیری، ۲- بهداشت محیط و ۳- نظارت بر مواد غذایی، آب آشامیدنی و نکات بهداشتی هستند که از مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۰ استخراج شده و با استفاده از شاخص CPI برای سال ۱۳۹۸ به‌روز شده است. سپس، سرانه آن برای جمعیت محاسبه و با استفاده از آمار جمعیت شهر رباط کریم، برای این شهر هزینه‌های آن محاسبه و به عنوان منفعت استفاده شده است. نتیجه محاسبه مبلغی حدود ۵۰۳۲۰ میلیون ریال سالانه به عنوان منفعت است.

دوره بازگشت سرمایه عادی (Normal Payback Period):

نتایج حاصل از دوره بازگشت سرمایه عادی پروژه مدیریت پسماند شهری در حالت و «توجیه‌پذیری» در شکل ۴ بیان شده است. نمودار دوره بازگشت سرمایه عادی مشخصاتی به شرح ذیل دارد.

سرمایه‌گذاری مجتمع یکپارچه بازیافت در شهر تهران، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده اقتصاد.

منوری، سیدمسعود. عابدی، زهرا. قره‌بخش، هانیه، (۱۳۸۷)، «ارزشیابی اقتصادی بازیافت پسماندهای خانگی منطقه ۲۰ شهرداری تهران»، نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، زمستان ۱۳۸۷، دوره ۱۰، ش ۴ (مسلول ۳۹)، صص ۷۱ تا ۸۰.

منوری، مسعود؛ امین شرعی، فرهام، (۱۳۸۸)، مدیریت و طراحی جمع‌آوری پسماندهای شهری، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، چاپ اول، تهران.

نصراللهی سروآغاجی، سجاد. علیمردانی، رضا. شریفی، محمد. تقی‌زاده یزدی، محمدرضا. (۱۳۹۵)، «مقایسه اثرات زیست‌محیطی سناریوهای مختلف پردازش و دفع پسماند جامد شهری به کمک روش LCA (مطالعه موردی: شهرستان تهران)»، مجله سلامت محیط زیست، فصلنامه علمی پژوهشی /تجمن علمی بهداشت محیط ایران، دوره نهم، ش ۲، صص ۲۷۳ تا ۲۸۸.

Fatima S. A., Chaudhry M. N., B. S. A., (2020). Environmental Impacts of the Existing Solid Waste Management System of Northern Lahore. Chinese Journal of Urban and Environmental Studies (CJUES). World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., vol. 7(03). pages 1-21, February.

Fullerton, D. Kinnaman, T. (1999). Household Responses to Pricing Garbage by the Bag. American Economic Review 86(4):971-84.

Lave, L.B. Hendrickson, C. Conway, N. McMichael, F.C. (1999). Municipal Solid Waste Recycling Issues. Journal of Environmental Engineering 125(10).

Lohri Christian, Diener Stefan, Zabaleta Imanol, Mertenat Adeline, Zurbrugg Christian. (2017). Treatment technologies for urban solid biowaste to create value products a review with focus on low- and middle-income settings. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology. Volume 16. Issue 1. pp 81-130.

Malasius M. E. G. Alin J., Dollery B. (2020). Willingness to Participate in Solid Waste Management amongst Residents of Sembulan Tengah Water Village in Sabah, Malaysia. Journal of Asian Scientific Research, Asian Economic and Social Society. vol. 10(1). pages 17-32. January.

Scheinberg, A. Wilson, D. (2010). What is good practice in solid waste management? Waste Management & Research. 28. 1055-1056.

Shumal, M., Taghipour Jahromi A.R. Ferdowsi A., & Noorbakhsh Dehkordi S. M., Moloudian A., Dehnavi A., (2020). "Comprehensive analysis of municipal solid waste rejected fractions as a source of Refused Derived Fuel in developing countries (case study of Isfahan-Iran): Environmental Impact and sustainable devel. Renewable Energy. Elsevier. vol. 146(C). pages 404-413.

Yu S. and Dong H. (2020). Uncover Cost-Benefit Disparity of Municipal Solid Waste Incineration in Chinese Provinces. Sustainability, 12(2). 697; <https://doi.org/10.3390/su12020697>

زیست‌محیطی درخور توجهی نیز نصیب جامعه می‌شود. از آنجا که اگر این پسماندها مدیریت نشود، منجر به ورود شیرابه‌های آن به آب‌های زیر زمینی، رودخانه و تغذیه گیاهان و درختان و موجودات آن منطقه می‌شود و هزینه‌های هنگفتی را برای جبران این خسارت‌های وارد شده به وجود می‌آورد، بنابراین باید برای تأمین مالی این حمایت در بودجه‌های سالانه پیش‌بینی لازم انجام شود.

مقایسه نتایج به دست آمده با مطالعات دیگران نشان می‌دهد در برخی مطالعات فرایند مدیریت پسماند دارای توجیه اقتصادی نبوده است که از جمله آن می‌توان به مطالعه منوری و همکاران (۱۳۸۷) در مورد طرح بازیافت در منطقه ۲۰ تهران در مورد پسماندهای خانگی اشاره کرد. در تعدادی دیگری از مطالعات نیز این فرایند توجیه‌پذیری مالی داشته است که از جمله آن می‌توان به اسلامی و همکاران (۱۳۹۶) در مورد پسماندهای خانگی در شهر یزد و فرزادکیا و همکاران (۱۳۷۸) در مورد فرایند بازیافت سه گروه اصلی از مواد خشک بازیافت‌پذیر مانند شیشه، کاغذ و مقوا در شهر دلیجان اشاره کرد. بررسی نتایج مطالعاتی که در آن‌ها مدیریت پسماند سودآور بوده است، گویای آن است که فقط بخشی از کل فرایند و در مورد برخی از پسماندها و در شرایط خاص سودآور است. مطالعه حاضر نیز نشان داد این فرایند فقط با حمایت یارانه‌ای دولت می‌تواند سودآور باشد.

بنابراین، پیشنهاد می‌شود، سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان مدیریت پسماندهای شهری تفکیک مراحل مدیریت پسماند در قالب زیرپروژه‌های مختلف را در دستور کار قرار دهند و با واگذاری زیرپروژه‌هایی که سودآور است، بار مالی دولت را کاهش دهند. برای بخش‌های باقی‌مانده، از محل هزینه‌های عمومی و همچنین، سهم اجاره قراردادهای واگذار شده، می‌توان به مرور زمان با اصلاح تکنولوژی‌های بازیافت به سمت اقتصادی شدن حرکت کرد.

منابع

اسکونژاد، م (۱۳۹۰). اقتصاد مهندسی، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، تهران.

اسلامی، هادی. مختاری، مهدی. اسلامی‌دوست، زهرا. برزگر خانقاه، محمدرضا. رنجبر عزت‌آبادی، محمد (۱۳۹۶)، «ارزشیابی اقتصادی بازیافت پسماند شهری در شهر یزد: تحلیل هزینه-منفعت»، مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، دوره ۱۹ ش ۳، صص ۳۲-۴۱.

عبدلی، م. ع. (۱۳۷۲)، سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری و روش‌های کنترل آن، انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری کشور، تهران.

فرزادکیا، مهدی؛ منصوره سلطانی و آرش دالوند، (۱۳۸۸)، «بررسی جنبه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی بازیافت شیشه، کاغذ و مقوا از زباله‌های شهر دلیجان»، دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط، تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

مجلسی، منیره. زمانی، امان‌الله. مهدی‌پور، فیاض. شمسایی، وجیهه. شریفی ملکسری، هاجر. دروار، پوریا، (۱۳۹۲)، «تجزیه و تحلیل هزینه جمع‌آوری و حمل‌ونقل پسماند منطقه ۱ شهر بندرعباس»، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت، دوره ۱، ش ۱، صص ۳۷ تا ۴۵.

مردادیان، بهنام. طایبی مصطفی شریفی، حسن، (۱۳۹۰)، ارزشیابی اقتصادی طرح

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Benefit-Cost Analysis of Municipal Solid Waste Management: A Case Study of Robot Karim City

Morteza Tahami Pour Zarandi^{1*}, Afshin Safahan²

¹ Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Economics and Political Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

² Master of Economics, Faculty of Economics and Political Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2021-01-22

Accepted 2021-03-11

Keywords:

Waste management
Financial Appraisal
Economic Appraisal
Municipal solid waste
Iran

ABSTRACT

Today, economic development, population growth, and urbanization have made the environment highly vulnerable to damage and destruction. In this regard, municipal solid waste plays a significant role in demolition. The economic disadvantage of the waste management process is the most important issue that neglects to spend on managing external environmental impacts and therefore the financial sustainability of this process is essential. In this paper, the economical and financial appraisal of three phases of waste management process including storage, collection and transportation paid for the city of Robot Karim by cost-benefit analysis. The results showed that in the present situation, considering that the cost of project) fixed and variable costs (are much higher than the proceeds of the residual income, this process is not from the private sector investors point of view. In order to examine the financial feasibility, three scenarios of change include a 15% reduction in fixed costs of the project, a 30% increase in revenue from the sale, and finally in terms of indirect benefits of reducing health costs due to proper waste management performance, was investigated. The results showed that in terms of these changes in the above scenarios, the internal rate of return will be 40% and the benefit-to-cost ratio will be about 1.20 and the payback period will be 4.25 years, so the waste management process can be financially feasible. The results of this study can provide the necessary information for determining governmental incentives to make the process of waste management by the private sector.

DOI: [10.22034/UE.2021.2.01.04](https://doi.org/10.22034/UE.2021.2.01.04)

©2021 Urban Economy. All rights reserved.

COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.



HOW TO CITE THIS ARTICLE

Tahami Pour Zarandi, M.; Safahan, A. (2021). Benefit-Cost Analysis of Municipal Solid Waste Management: A Case Study of Robot Karim City. *Urban Economics and Planning*, 2(1): 28-36.

DOI: [10.22034/UE.2021.02.01.04](https://doi.org/10.22034/UE.2021.02.01.04)

url: http://eghtesadeshahr.tehran.ir/article_129542.html



*Corresponding Author: Email: m_tahami@sbu.ac.ir