

## ارزیابی اقتصادی بازیافت پسماند شهری در شهر یزد: تحلیل هزینه - منفعت

هادی اسلامی<sup>۱</sup>، مهدی مختاری<sup>۲\*</sup>، زهرا اسلامی دوست<sup>۳</sup>، محمدرضا برزگر خانقاه<sup>۴</sup>، محمد رنجبر عزت آبادی<sup>۵</sup>  
<sup>۱</sup>دانشجو، مرکز تحقیقات علوم و فناوری‌های محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران؛ گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات علوم و فناوری‌های محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران؛ <sup>۲</sup>دانشجو، گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران؛ گروه آلودگی‌های محیط زیست، سازمان مدیریت پسماند یزد، یزد، ایران؛ گروه سیاست‌گذاری سلامت، مرکز تحقیقات سیاست‌گذاری سلامت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۱۹

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۳

### چکیده:

زمینه و هدف: در هر برنامه مدیریت جامع پسماند شهری، بازیافت و استفاده مجدد، به‌عنوان یک الگوی اقتصادی محسوب می‌شود. این مطالعه با هدف ارزیابی اقتصادی پسماند شهری در شهر یزد با رویکرد تحلیل هزینه - منفعت در سال ۱۳۹۴ انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه به‌صورت توصیفی - تحلیلی بوده که در آن اطلاعات مربوط به کمیت و کیفیت پسماندهای شهری شهر یزد از طریق نمونه‌برداری و آنالیز فیزیکی و اطلاعات مربوط به کلیه هزینه‌ها و درآمدهای حاصل از اجرای طرح تفکیک و بازیافت پسماند از طریق مصاحبه با مسئولین سازمان بازیافت و مشاهدات میدانی جمع‌آوری شد و از طریق آنالیز اقتصادی هزینه - منفعت (Cost-Benefit) مورد تجزیه و تحلیل گرفت.

یافته‌ها: نتایج آنالیز فیزیکی نشان داد که میانگین سالیانه تولید پسماند در شهر یزد ۱۰۹۶۷۹/۵۱ تن در سال بوده است. درصد اجزاء پسماند شهری به ترتیب مواد آلی (۶۷٪)، پلاستیک (۷٪)، کاغذ و مقوا (۵٪)، فلزات (۲٪)، چوب (۲٪)، شیشه (۲٪)، چرم و لاستیک (۱٪)، منسوجات (۱٪) و ظروف پت (۱٪) بوده است. همچنین تنها ۲٪ از کل پسماند تولیدی روزانه در مبدأ تفکیک و بازیافت می‌شود. هزینه‌های اجرای طرح تفکیک از مبدأ به‌صورت ماهیانه ۷۶۸/۸۸۰/۰۰۰ ریال و منافع حاصل از آن ۹۰۴/۶۶۷/۴۰۰ ریال بوده و در نتیجه مقدار سود خالص حاصل از طرح بازیافت ۱۳۵/۷۸۷/۴۰۰ ریال بوده است.

نتیجه‌گیری: با توجه به منافع اقتصادی تفکیک و بازیافت پسماند از مبدأ در شهر یزد، می‌توان علاوه بر جبران بسیاری از هزینه‌های بخش مدیریت پسماند و کاهش هزینه‌های مدیریت و دفن پسماندها، از تخریب محیط زیست و آلودگی منابع آب، خاک و هوا جلوگیری کرد.

واژه‌های کلیدی: بازیافت، پسماند شهری، تحلیل هزینه - منفعت.

### مقدمه:

آن‌ها و ورود کنترل نشده پسماندها به محیط زیست شده و می‌تواند باعث آلودگی و تخریب منابع طبیعی (آب، خاک، هوا و ...) شده و مشکلات زیادی را برای مردم و مسئولین به وجود آورد (۴،۳). بازیافت فرآیندی است که طی آن مواد با ارزش موجود در پسماند جداسازی و جمع‌آوری شده و به شکل اولیه یا به‌عنوان مواد خام برای تولید محصولات جدید به کار گرفته می‌شوند (۵).

مدیریت مواد زائد جامد یا پسماندهای شهری به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه علاوه بر نقش موثر آن در حفظ محیط زیست و چرخه اقتصادی، به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم توسعه، در سطح کلان مطرح است (۲،۱). افزایش جمعیت، توسعه شهرنشینی و افزایش تکنولوژی‌ها جدید منجر به تولید انواع پسماند شده است و در نتیجه موجب کاهش فضا جهت دفن

\*نویسنده مسئول: یزد- دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد- مرکز تحقیقات علوم و فناوری‌های محیط زیست- تلفن: ۰۳۵-۳۸۲۰۹۱۰۰

E-mail: mokhtari@ssu.ac.ir

بازیافت پسماند شهری به‌عنوان یک ابزار توسعه پایدار نقش بسیار مهمی در حفظ محیط زیست و افزایش رفاه اجتماعی دارد (۷،۶). بازیافت پسماند نسبت به دفن یا سوزاندن، هزینه‌های بسیار کمتری را به شهرداری‌ها تحمیل می‌کند و همچنین موجب صرفه‌جویی در انرژی و کاهش آلاینده‌های زیست محیطی می‌شود (۸). امروزه بازیافت پسماند به‌طور گسترده به‌عنوان یک روش مدیریت پسماند جامد شهری پایدار و همچنین به‌عنوان یک ابزار ارزشمند جهت کاهش هزینه‌های جمع‌آوری و دفن پسماند و همچنین افزایش استفاده مجدد از مواد مورد توجه قرار گرفته است و باید در مدیریت جامع پسماند، به جایگاه بازیافت و استفاده مجدد در سیستم مدیریت توجه ویژه‌ای نمود (۱۰،۹،۳). در ایران روزانه بیش از ۲۸ هزار تن زباله تولید می‌شود که بیش از ۵۰٪ آن قابل بازیافت می‌باشد (۱۱،۱۰). تفکیک و جداسازی اجزاء پسماند به‌عنوان یکی از ارکان اقتصادی در هر برنامه بازیافت مطرح می‌باشد. بازیافت و استفاده مجدد از پسماند، به دلیل کاهش هزینه‌های تهیه مواد اولیه، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش دفع به‌عنوان یک الگوی اقتصادی مطرح گردیده است (۱۲). با توجه به این‌که در بحث بازیافت پسماندها ارزش اقتصادی بسیار اهمیت دارد، بنابراین نیاز است که ارزش اقتصادی بازیافت پسماندها نیز مورد بررسی قرار گیرد.

آنالیز هزینه-منفعت یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری است که جهت ارزیابی اثرات اقتصادی مثبت و منفی یک پروژه یا سیاست بر مبنای واحدهای پولی می‌باشد. در یک برنامه بازیافت پسماندهای شهری جهت آنالیز هزینه-منفعت نیاز به تعیین و تخمین کلیه هزینه‌ها و منفعت‌های حاصله آن برنامه بر اساس واحدهای پولی می‌باشد (۱۴،۱۳). در پژوهشی که توسط

Begum و همکاران در زمینه استفاده از آنالیز هزینه-منفعت در ارزیابی اقتصادی کمینه‌سازی پسماندهای ساختمانی در مالزی انجام شد، نتایج نشان داد که بازیافت و استفاده مجدد این پسماندها در محل تولید می‌تواند نقش مهمی در مدیریت این پسماندها داشته باشد و همچنین از لحاظ اقتصادی نیز توجیه‌پذیر می‌باشد (۹). در پژوهشی که توسط کریم زادگان و همکاران به‌منظور توجیه اقتصادی بازیافت مواد زاید جامد شهری در سال ۱۳۸۰ انجام شد، نتایج نشان داد که با توجه به هزینه‌های جمع‌آوری حمل و نقل دفع نهایی و آلودگی‌های محیط‌زیستی بازیافت این مواد صد در صد توجیه اقتصادی دارد (۱۵). در مطالعه‌ای دیگر که توسط منوری و همکاران جهت بررسی ارزش اقتصادی بازیافت پسماندهای خانگی منطقه بیست شهرداری تهران انجام گرفت، نشان داد پس از بررسی آنالیز فیزیکی پسماندهای خانگی با توجه به منافع اقتصادی بازیافت و محاسبه ارزش خالص این منافع و کاربرد آن در تعیین نسبت سود به هزینه و بیشتر بودن این نسبت از عدد یک، بازیافت پسماندهای خانگی منطقه بیست شهرداری تهران از دیدگاه اقتصادی توجیه‌پذیر است (۱۲).

با توجه به اهمیت بازیافت پسماند در کشور و نقش عمده‌ای که در کاهش آلودگی محیط زیست دارد و همچنین با توجه به منافع اقتصادی حاصل از بازیافت، همچنین با توجه به اهمیت ارزش اقتصادی بازیافت جهت تشویق سرمایه‌گذاران و مراکز غیردولتی، این مطالعه با هدف ارزیابی اقتصادی پسماند شهری در شهر یزد با رویکرد تحلیل هزینه-منفعت انجام شد.

### روش بررسی:

این مطالعه توصیفی-تحلیلی و به‌صورت مقطعی در شهر یزد در سال ۱۳۹۴ انجام شد. در این مطالعه

بازیافت شامل درآمدهای حاصل از فروش محصولات پسماند محاسبه شد. سپس برای محاسبه شاخص هزینه- منفعت کلیه درآمدهای حاصله بر مبنای واحد پولی و کلیه هزینه‌های طرح بر مبنای واحد پولی برآورد شده و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

برای محاسبه سود خالص ماهیانه از رابطه ۱ استفاده شده است (۹): رابطه (۱)

$NB = TB - TC$  در اینجا:

NB: سود خالص ماهیانه برحسب واحد پولی ریال  
TB: کل سود حاصله از اجرای طرح بازیافت برحسب واحد پولی ریال

TC: کل هزینه‌های طرح برحسب واحد پولی ریال

### یافته‌ها:

نتایج بررسی اولیه نشان داد که میزان تولید پسماند سالیانه در شهر یزد به طور متوسط ۱۰۹۶۷۹/۵۱ تن در سال بوده است. همچنین میانگین تولید سالیانه پسماند شهری در شهر یزد در ۵ سال اخیر در نمودار شماره ۱ آورده شده است. در نمودار شماره ۱ از مدل رگرسیون خطی جهت برآورد مقادیر پسماند تولیدی سالیانه استفاده شده است. میزان ضریب تعیین ( $R^2$ ) مدل بر اساس داده‌های ۵ ساله برابر با ۰/۹۶۷ بوده که قابل قبول بوده است. همچنین بر اساس فرمول به دست آمده (رابطه ۲) می‌توان مقادیر پسماند در سال‌های آینده را با اطمینان ۹۶٪ بیان کرد.

رابطه (۲)

$$MSWPR = 2088/3Y + 103415$$

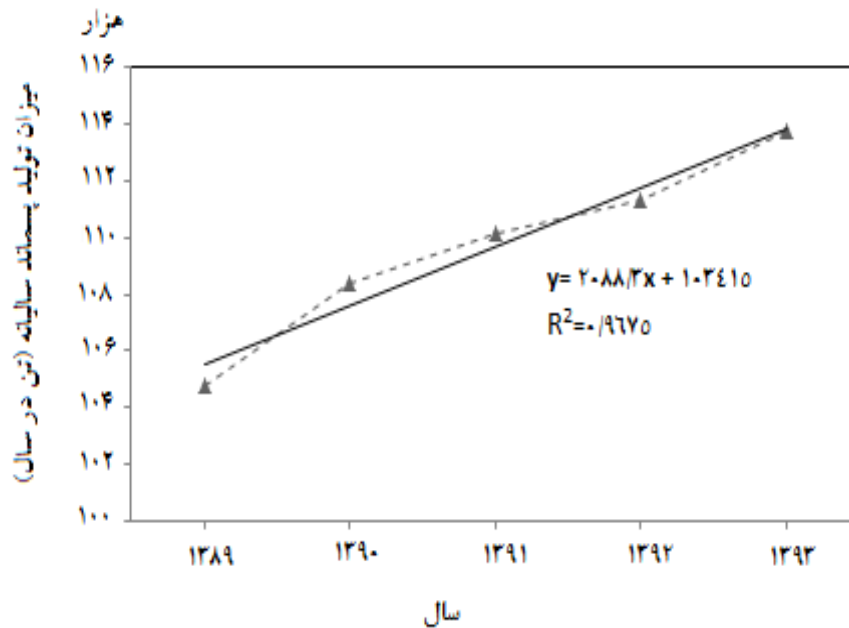
که در اینجا:

Municipal Solid Waste production Rate = MSWPR

میزان تولید پسماند سالیانه برحسب تن در سال

Y: سال مورد نظر

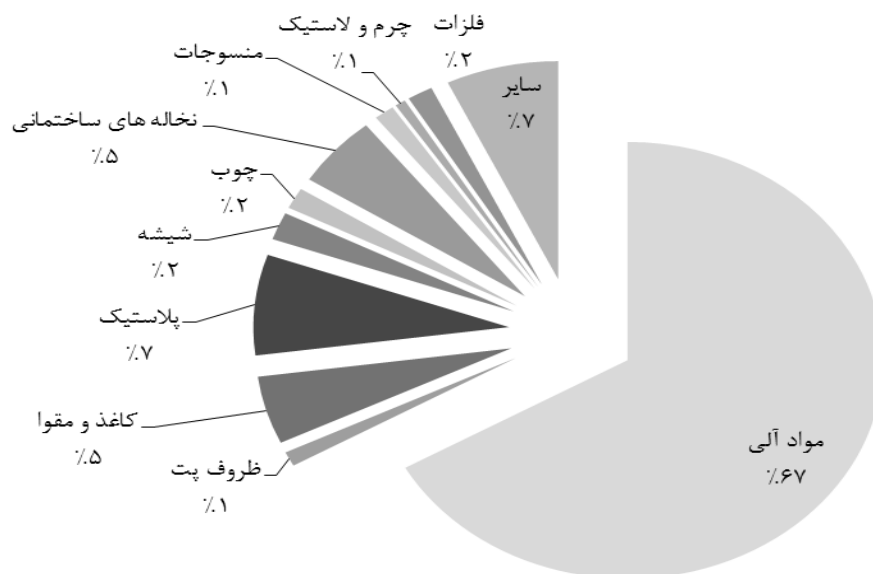
جهت آنالیز فیزیکی و تعیین کمیت و کیفیت پسماندهای شهری در شهر یزد، نمونه برداری به صورت تصادفی از کامیون‌های حامل پسماند در محل دفن پسماند در ۴ فصل مختلف سال انجام شد. جهت این کار تعداد ۴۰ نمونه (۱۰ نمونه در هر فصل) مورد بررسی قرار گرفت. وزن هر نمونه برداشت شده نیز ۱۰۰ کیلوگرم بوده است. به منظور تعیین اجزای تشکیل دهنده پسماند، نمونه‌های گرفته شده را در محلی مخصوص تخلیه کرده و سپس اجزای مختلف پسماند را با دست جداسازی کرده و در ظروف مختلف ریخته و هر یک از این ظرف‌ها جداگانه وزن شده و با تقسیم وزن آن بر وزن کل نمونه، درصد وزنی جزء مورد نظر محاسبه گردید و در نهایت نتایج آنالیز فیزیکی به صورت میانگین سالیانه گزارش شد. همچنین در این مطالعه اطلاعات مربوط به هزینه‌ها و درآمدهای حاصل از اجرای طرح تفکیک و بازیافت پسماند از مبدأ از طریق مصاحبه حضوری با مسئولین سازمان بازیافت، اداره خدمات شهری شهرداری یزد و پیمانکاران طرح بازیافت از مبدأ و مطالعه اسناد و اطلاعات موجود در این سازمان‌ها و مشاهدات میدانی و مطالعات کتابخانه‌ای جمع‌آوری شد و از طریق آنالیز اقتصادی هزینه- منفعت (Cost-Benefit) مورد تجزیه و تحلیل گرفت. جهت آنالیز هزینه- منفعت ابتدا هزینه‌ها برآورد شد. در این مرحله هزینه‌های ثابت یا سرمایه‌گذاری و هزینه‌های جاری اجرای طرح بازیافت محاسبه شدند. در کل این هزینه‌ها شامل هزینه‌های انبار تخلیه و ذخیره مواد بازیافتی، ماشین‌آلات مورد نیاز جهت جمع‌آوری همراه با راننده و کارگر مورد نیاز، کیسه‌های مورد نیاز پسماند، هزینه‌های آموزش به شهروندان جهت تفکیک در مبدأ و نیروی انسانی جهت جداسازی پسماندهای تفکیک شده در محل تخلیه می‌باشند. در مرحله بعد منافع حاصل از اجرای طرح



**نمودار شماره ۱:** توزیع میانگین تولید پسماند سالیانه شهر یزد و برآورد پسماند تولیدی سالیانه بر اساس مدل رگرسیون خطی

نمودار شماره ۲، میانگین سالیانه درصد اجزاء مختلف پسماند تولیدی شهر یزد بر اساس آنالیز فیزیکی را نشان می‌دهد. همان‌طور که نشان داده شده، بیشترین درصد اجزاء پسماند شهری در شهر یزد مربوط به مواد آلی (۶۷٪) بوده است. همچنین

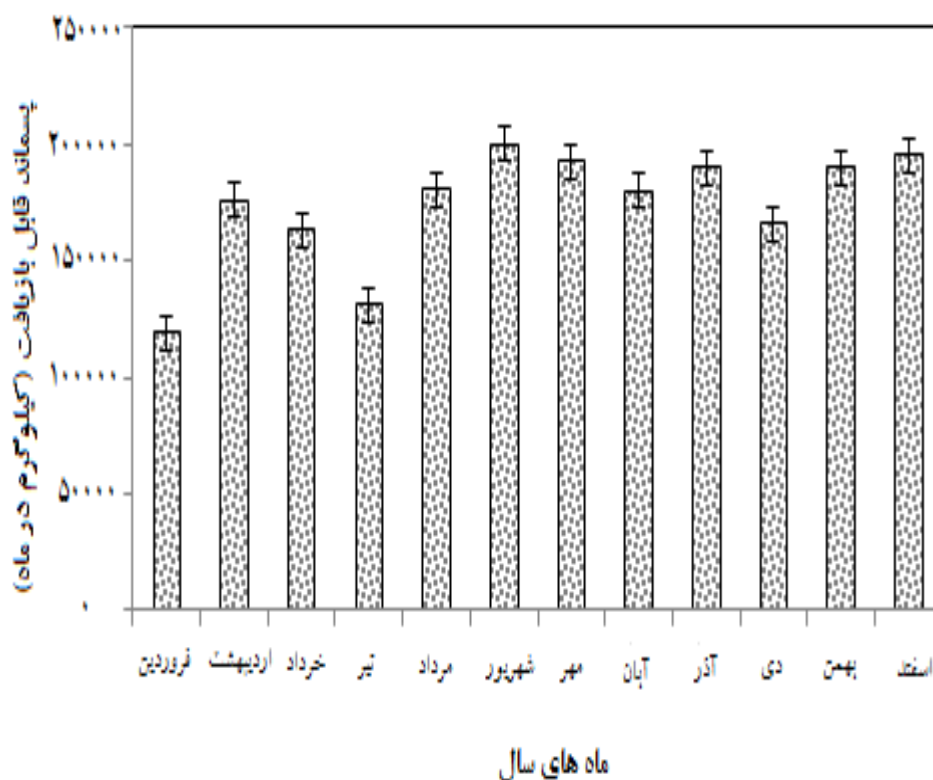
بعد از مواد آلی بیشترین درصد اجزاء پسماند شهری به ترتیب مربوط به پلاستیک (۷٪)، کاغذ و مقوا (۵٪)، فلزات (۲٪)، چوب (۲٪)، شیشه (۲٪)، چرم و لاستیک (۱٪)، منسوجات (۱٪) و ظروف پت (۱٪) بوده است.



**نمودار شماره ۲:** میانگین اجزاء مختلف آنالیز فیزیکی پسماندهای شهر یزد در سال ۹۴ بر حسب درصد

۲٪ از کل پسماند تولیدی روزانه را شامل می‌شود. متوسط میزان تفکیک پسماند از مبدأ در ماه‌های مختلف سال در نمودار شماره ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان پسماند خشک قابل بازیافت در ماه شهریور ۲۰۰/۲۶۵ تن بوده که بیشتر از سایر ماه‌های سال بوده است. همچنین کمترین میزان آن ۱۱۹/۱۵۵ تن بوده که مربوط به ماه فروردین بوده است.

با توجه به بررسی‌های به عمل آمده و تهیه آمار و اطلاعات از سازمان مدیریت پسماند شهرداری یزد به‌طور متوسط ۳۱۱ تن پسماند در روز در شهر یزد تولید می‌شود و بعد از اجرای طرح تفکیک از مبدأ و آموزش شهروندان در جهت مشارکت در امر تفکیک پسماند، به‌طور متوسط روزانه ۶۳۰۰ کیلوگرم پسماند خشک قابل بازیافت از درب منازل جمع‌آوری می‌گردد که تنها



نمودار شماره ۳: میانگین ماهیانه میزان پسماند خشک قابل بازیافت برحسب کیلوگرم در سال ۱۳۹۶

هفته‌ای یک مرتبه صورت می‌پذیرد. جهت انجام تحلیل هزینه-منفعت نیاز به اطلاعات مربوط به کلیه هزینه‌ها و منفعت‌های حاصله از اجرای طرح تفکیک از مبدأ می‌باشد. در جدول شماره ۱ کلیه هزینه‌های ثابت و متغیر مربوط به اجرای طرح تفکیک از مبدأ آورده شده است.

سازمان مدیریت پسماند شهرداری یزد جمع‌آوری پسماندهای خشک مناطق سه‌گانه شهر یزد را به‌صورت مزایده به پیمانکاران مجزا واگذار نموده است. در حال حاضر در شهر یزد جمع‌آوری پسماند خشک از درب منازل و با مراجعه خودروهای جمع‌آوری به‌صورت

## جدول شماره ۱: هزینه‌های ثابت و متغیر اجرای طرح تفکیک از مبدأ به صورت ماهیانه

نوع هزینه	تعداد	هزینه واحد (ریال)	هزینه کل (ماهیانه)
هزینه‌های ثابت	۱ باب	۱۸/۰۰۰/۰۰۰	۱۸/۰۰۰/۰۰۰
اجاره انبار تخلیه مواد بازیافتی			
برق، آب، تلفن	قبوض ماهیانه	۵/۰۰۰/۰۰۰	۵/۰۰۰/۰۰۰
تأمین خودرو و جمع‌آوری پسماند به همراه راننده	۱۳ دستگاه	۲۹/۰۰۰/۰۰۰	۳۷۷/۰۰۰/۰۰۰
تأمین کیسه پسماند	۶۷۶۰ کیلوگرم	۳۸/۰۰۰	۲۵۶/۸۸۰/۰۰۰
تجهیزات ایستگاه تفکیک (دستکش، ماسک، چکمه و غیره)	-	۲/۰۰۰/۰۰۰	۲/۰۰۰/۰۰۰
سرکارگر و ناظر	۴ نفر	۱۵/۰۰۰/۰۰۰	۶۰/۰۰۰/۰۰۰
آموزشگران	۲ نفر	۱۰/۰۰۰/۰۰۰	۲۰/۰۰۰/۰۰۰
کارگران ایستگاه	۳ نفر	۱۰/۰۰۰/۰۰۰	۳۰/۰۰۰/۰۰۰
جمع کل هزینه‌های (ماهیانه)			۷۶۸/۸۸۰/۰۰۰

در کل مجموع هزینه‌های ثابت و متغیر اجرای طرح تفکیک از مبدأ پسماند شهری در شهر یزد به صورت ماهیانه ۷۶۸/۸۸۰/۰۰۰ میلیون ریال بوده است. با تفکیک پسماندهای جمع‌آوری شده و فروش مواد بازیافتی، درآمدهای حاصله مطابق با جدول شماره ۲ به دست آمده است.

## جدول شماره ۲: درآمد مواد بازیافتی تفکیک شده در سال ۱۳۹۴ به صورت ماهیانه

ردیف	نوع مواد بازیافتی	تناژ ماهیانه (کیلوگرم)	قیمت هر کیلو (ریال)	درآمد (ریال)
۱	پت	۴۹۱۴	۶۵۰۰	۳۱/۹۴۱/۰۰۰
۲	لاک	۸۱۹۰	۶۰۰۰	۴۹/۱۴۰/۰۰۰
۳	شیشه	۶۵۵۲	۳۰۰	۱/۹۶۵/۶۰۰
۴	مقوا- کاغذ	۱۰۴۸۳۲	۳۵۰۰	۳۶۶/۹۱۲/۰۰۰
۵	آلومینیوم	۱۶۳۸	۴۲۰۰۰	۶۸/۷۹۶/۰۰۰
۶	آهن	۴۹۱۴	۸۷۰۰	۴۲/۷۵۱/۸۰۰
۷	مس	۱۶۳۸	۲۰۰۰۰	۳۲۷/۶۰۰/۰۰۰
۸	سایر موارد (نان خشک، گونی و غیره)	۸۱۹۰	۱۹۰۰	۱۵/۵۶۱/۰۰۰
	جمع کل درآمد (ماهیانه)			۹۰۴/۶۶۷/۴۰۰

برای محاسبه شاخص هزینه- منفعت کلیه طرح بر مبنای واحد پولی محاسبه شده که به صورت زیر درآمدهای حاصله بر مبنای واحد پولی و کلیه هزینه‌های بوده است:

$$NB = 904/667/400 - 768/880/000 = +135/787/400$$

جوامعی که در نزدیکی محل دفن پسماندها زندگی می‌کنند، روبه‌رو هستیم و توجه به کمینه‌سازی پسماند که شامل کاهش، بازیافت و استفاده مجدد می‌باشد امری بسیار ضروری به نظر می‌رسد (۹).

بررسی‌های انجام شده در این مطالعه همچنین نشان داد که تنها ۲٪ از کل پسماندهای تولیدی بازیافت می‌شود که در مقایسه با سایر شهرها و کشورهای دنیا مثل دهلی هند که ۱۷/۶٪ یا ایالات متحده آمریکا که در سال ۱۹۶۰ حدود ۶/۴٪ بوده و در سال ۳۲/۵٪ رسیده است، بسیار پایین می‌باشد (۱۸، ۱۶). مطالعات نشان می‌دهد که هرچه برنامه‌های آموزشی جهت تفکیک و بازیافت موثرتر و درآمد حاصل از بازیافت بیشتر باشد، میزان مشارکت مردم در امر بازیافت بیشتر خواهد بود (۲۰، ۱۹). در نتیجه برای بهبود و افزایش مشارکت مردم در امر تفکیک پسماند در شهر یزد نیاز به برنامه‌های موثر و کارآمد در جهت افزایش آگاهی و عملکرد مردم در زمینه‌ی چگونگی تفکیک پسماندهای تولیدی و اهمیت امر بازیافت و استفاده مجدد در کاهش آلودگی‌های محیط‌زیست و سلامت انسان می‌باشد. استفاده از ابزارهای تشویقی پرداخت در قبال تفکیک مثل دادن کیسه‌های پسماند در قبال تفکیک و افزایش ایستگاه‌های جمع‌آوری پسماندهای قابل بازیافت نیز می‌تواند در افزایش مشارکت مردم در امر تفکیک از مبدأ موثر باشد (۱۲).

همچنین با توجه به این که ۶۸٪ از پسماندهای شهری شهر یزد مواد آلی و قابل تجزیه بیولوژیکی هستند، بنابراین با استفاده از فرایندهایی مانند کمپوست جهت تولید کود یا استفاده از هاضم‌های بی‌هوازی جهت تولید بیوگاز و ارزش‌های اقتصادی این فرایندها، می‌توان بخش خصوصی و سرمایه‌گذاران را به این سمت تشویق کرد و این بخش از پسماندها که تاکنون هیچ ارزش اقتصادی

بنابراین با توجه به مثبت بودن مقدار عددی حاصله می‌توان گفت که اجرای طرح تفکیک از مبدأ پسماند شهری شهر یزد از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه بوده است.

## بحث:

یک ارزیابی اقتصادی، مطالعه‌ای است که هزینه‌ها و منافع دو یا چند خدمت یا مداخله جایگزین را مقایسه می‌کند. شناسایی، اندازه‌گیری و ارزش‌گذاری صحیح هزینه‌ها و منافع در یک ارزیابی هزینه-منفعت بسیار ضروری است، گرچه اطمینان یافتن از این که اطلاعات هزینه و منفعت‌های واقعی بسیار دشوار و مشکل است (۱۶).

در این مطالعه ارزیابی اقتصادی آنالیز هزینه-منفعت برای پسماندهای شهری شهر یزد نشان داد که با وجود پایین بودن درصد بازیافت پسماند در شهر یزد، روند کنونی بازیافت پسماند از مبدأ که با مشارکت مردم انجام می‌شود و جمع‌آوری پسماندهای تفکیک شده قابل بازیافت نیز توسط شرکت‌های خصوصی انجام می‌شود، از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه بوده است که با مطالعه منوری و همکاران روی ارزیابی اقتصادی پسماند خانگی در تهران همخوانی دارد (۱۲). مطالعه Lavee روی ارزیابی اقتصادی بازیافت پسماند شهری نشان داد که بازیافت پسماند از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر است و می‌تواند ۱۱٪ از هزینه‌های مربوط به جمع‌آوری و دفع پسماندهای شهری را کاهش دهد (۱۷).

با توجه به بررسی میزان تولید پسماند سالیانه شهر یزد و برآورد آن در سال‌های آینده، روزبه‌روز با مشکلاتی از قبیل کاهش و محدودیت‌های زمین برای دفن پسماندها، هزینه‌های بسیار بالای دفن پسماندهای مخلوط شهری، مشکلات زیست‌محیطی و زیبایی‌شناختی دفن پسماندها و همچنین مشکلات مربوط به سلامت

برای بهبود و افزایش مشارکت مردم در امر تفکیک پسماند نیاز به برنامه‌های موثر و کارآمد در جهت آموزش در زمینه ی چگونگی تفکیک پسماندهای تولیدی و اهمیت امر بازیافت و استفاده مجدد در کاهش آلودگی‌های محیط زیست و سلامت انسان می‌باشد. همچنین با توجه به این که ۶۸٪ از پسماندهای شهری شهر یزد مواد آلی و قابل تجزیه بیولوژیکی بوده‌اند و ارزش اقتصادی نیز دارند، بنابراین می‌توان بخش خصوصی و سرمایه‌گذاران را به این سمت تشویق کرد و این بخش از پسماندها که تاکنون هیچ ارزش اقتصادی برای سازمان‌های درگیر آن نداشته را به چرخه بازیافت و استفاده مجدد برگرداند.

برای سازمان‌های درگیر آن نداشته را به چرخه بازیافت و استفاده مجدد برگرداند (۱۶). البته حرکت به سمت بازیافت همه‌جانبه پسماندهای شهری در شهر یزد نیاز به توجه هر چه بیشتر دولت و سیاست‌گذاری‌ها در زمینه ی مدیریت پایدار پسماند می‌باشد. این استراتژی به معنی انتخاب و اجرای گزینه‌هایی از مدیریت پسماند که کمترین اثرات زیست محیطی را داشته باشد، می‌باشد (۲۱). چون تفکیک، بازیافت و استفاده مجدد از پسماند در شهر یزد علاوه بر این که می‌تواند اثرات زیست محیطی دفع پسماندها را کاهش دهد، از لحاظ اقتصادی نیز مقرون‌به‌صرفه بوده و بنابراین می‌توان در استراتژی‌ها و سیاست‌های ملی به آن توجه بیشتری نمود.

### تشکر و قدردانی:

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی با کد ۴۷۵۱ مصوب مرکز تحقیقات علوم و فناوری‌های محیط‌زیست دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی می‌باشد و بدین‌وسیله از کلیه حمایت‌های انجام‌شده نهایت تقدیر و تشکر را داریم.

### نتیجه‌گیری:

تحلیل هزینه-منفعت بازیافت پسماند شهری در شهر یزد نشان داد که با وجود این که تنها ۲٪ از کل پسماند شهری تفکیک و بازیافت می‌شود، این طرح از لحاظ اقتصادی مقرون‌به‌صرفه بوده و می‌تواند بسیاری از هزینه‌های بخش مدیریت پسماند را جبران نماید؛ اما

### منابع:

1. Anghinolfi D, Paolucci M, Robba M, Taramasso AC. A dynamic optimization model for solid waste recycling. *Waste Manag.* 2013; 33(2): 287-96.
2. Kanchanabhan T, Selvaraj S, Sundaram VLK, Mohaideen JA. Application of geographical information system (GIS) in optimisation of waste collection for Alandur Municipality in South Chennai, India. *Int J Environ Waste Manag.* 2011; 7(3-4): 395-410.
3. Suttibak S, Nitivattananon V. Assessment of factors influencing the performance of solid waste recycling programs. *Resour Conserv Recy.* 2008; 53(1): 45-56.
4. Nitivattananon V, Gauger R, editors. Enhancing efficiency of local government authorities for solid waste management facilities. international solid waste association (ISWA) 2004 World environment congress and exhibition, Rome, Italy; 2004.
5. Abdoli M. municipal solid waste recovery. Tehran: University of Tehran press; 2005.
6. Troschinetz AM, Mihelcic JR. Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries. *Waste manage.* 2009; 29(2): 915-23.
7. Carvalho P, Marques RC. Economies of size and density in municipal solid waste recycling in Portugal. *Waste manage.* 2014; 34(1): 12-20.
8. Farzadkia M, Dalvand A, Taghdisi M. Evaluation of economic and environmental aspects of paper and paperboard recycling from municipal solid wastes of Isfahan city. *Zahedan J Res Med Sci.* 2008; 10(3): 237-46.



9. Begum RA, Siwar C, Pereira JJ, Jaafar AH. A benefit-cost analysis on the economic feasibility of construction waste minimisation: the case of Malaysia. *Resour Conserv Recy.* 2006; 48(1): 86-98.
10. Al-Salem S, Lettieri P, Baeyens J. Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. *Waste manage.* 2009; 29(10): 2625-43.
11. Howard GT. Biodegradation of polyurethane: A review. *Int Biodeterior Biodegradation.* 2002; 49(4): 245-52.
12. Monavari S, Abedi Z, Gharehbakhsh H. Economic assessment recycling of domestic solid waste in twenty region of Tehran Municipality. *J Environl Sci Technol.* 2009; 10(4): 71-80.
13. Pickin J. Representations of environmental concerns in cost-benefit analyses of solid waste recycling.. *Resour Conserv Recy.* 2008; 53(1): 79-85.
14. Chang N-B, Qi C, Islam K, Hossain F. Comparisons between global warming potential and cost-benefit criteria for optimal planning of a municipal solid waste management system. *J Clean Prod.* 2012; 20(1): 1-13.
15. Karimzadegan H, Sheidaei M, Afshar N. Economic assessment recycling of municipal solid waste in Lahigan. *J Environ Sci.* 2004; 30(35): 89-98.
16. Agarwal A, Singhmar A, Kulshrestha M, Mittal AK. Municipal solid waste recycling and associated markets in Delhi, India. *Resour Conserv Recy.* 2005; 44(1): 73-90.
17. Lavee D. Is municipal solid waste recycling economically efficient? *Environ Manage.* 2007; 40(6): 926-43.
18. Bohm RA, Folz DH, Kinnaman TC, Podolsky MJ. The costs of municipal waste and recycling programs. *Resour Conserv Recy.* 2010; 54(11): 864-71.
19. Collins A, O'Doherty R, Snell MC. Household participation in waste recycling: Some national survey evidence from Scotland. *J Environ Plan Manage.* 2006; 49(1): 121-40.
20. Peretz JH, Tonn BE, Folz DH. Explaining the performance of mature municipal solid waste recycling programs. *J Environ Plan Manage.* 2005; 48(5): 627-50.
21. Butler J, Hooper P. Dilemmas in optimising the environmental benefit from recycling: A case study of glass container waste management in the UK. *Resour Conserv Recy.* 2005; 45(4): 331-55.

## **Economic evaluation of municipal solid waste recycling in Yazd: Cost-benefit analysis**

Eslami H<sup>1</sup>, Mokhtari M<sup>2\*</sup>, Eslami Dost Z<sup>3</sup>, Barzegar Khanghah MR<sup>4</sup>, Ranjbar Ezzatabadi M<sup>5</sup>  
<sup>1</sup>Student, Environmental Science and Technology Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, I.R. Iran; <sup>2</sup>Environmental Health Dept., Environmental Science and Technology Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, I.R. Iran; <sup>3</sup>Student, Environmental Health Dept., Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, I.R. Iran; <sup>4</sup>Environmental Pollution Dept., Waste Management Organization, Yazd, I.R. Iran; <sup>5</sup>Health Policy Dept., Health Policy Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, I.R. Iran.

Received: 23/Jun/2016 Accepted: 10/Oct/2016

**Background and aims:** In every urban waste management plan, recycling and reuse is considered as an economic pattern. This study aimed to economic evaluation of municipal solid waste recycling in Yazd by cost-benefit analysis in 2015.

**Methods:** This research is a descriptive-analytic study which in the data about quality and quantity of municipal solid waste in Yazd city were collected through the sampling and physical analysis and the data about total income and costs from the implementation of waste separation and recycling were collected by interview with recovery officials and field observations and were analyzed through the economic analysis of the cost-benefit.

**Results:** The results indicated that the mean of waste produced annually in Yazd city was 109679.51 tons per years. The percentage of municipal waste components was organic matter (67%), plastics (7%), paper and cardboard (5%), metals (2%), wood (2%), glass (2%), leather and rubber (1%), textiles (1%) and PET containers (1%), respectively. Also, Only 2 percent of total daily production of waste were separated and recycled at source. The implementation a cost of waste separation at source on a monthly basis was 768,880,000 Rails and the benefits of it was 904,667,400 Rails and as a result, the amount of net benefit derived from the recycling scheme was 135,787,400 Rails.

**Conclusion:** Considering the economic benefits of waste separation and recycling at source in the city of Yazd, can be in addition to compensate the many of the waste management sector costs and reduced waste disposal and management costs, Preventing environmental degradation and pollution of water, soil and air resources.

**Keywords:** Recycling, Municipal Waste, Cost-Benefit Analysis.

**Cite this article as:** Eslami H, Mokhtari M, Eslami Dost Z, Barzegar Khanghah MR, Ranjbar Ezzatabadi M. Economic evaluation of municipal solid waste recycling in Yazd: Cost-benefit analysis. J Shahrekord Univ Med Sci. 2017; 19(3): 32-41.

---

**\*Corresponding author:**

Environmental Science and Technology Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, I.R. Iran. Tel: 00983538209100, E-mail: mokhtari@ssu.ac.ir