

بررسی موانع و محدودیت های بازیافت پسماندهای خشک

علی صادقیان

کارشناسی ارشد مدیریت استراتژیک منابع انسانی، موسسه غیرانتفاعی نقش جهان، اصفهان، ایران

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی موانع و محدودیت های بازیافت پسماندهای خشک انجام شد. روش تحقیق کتابخانه ای با استفاده از کتب، مقالات و پایان نامه ها و... انجام گرفت. در این پژوهش به تعریف بازیافت و مزایای آن با توجه به جنبه های اقتصادی بازیافت پسماندهای خشک پرداخته شد. سپس ارزیابی فنی بازیافت پسماند خشک زباله شهری و موانع و محدودیت های اداری، اجرایی، امکاناتی، اقتصادی بازیافت پسماندهای خشک بررسی گردید.

واژه های کلیدی: موانع، محدودیت، بازیافت، پسماندهای خشک

مقدمه

بازیافت پسماندهای خشک به عنوان یکی از راهکارهای مؤثر در مدیریت پسماند و حفاظت از محیط زیست، نقش حیاتی در کاهش حجم زباله‌ها و صرفه‌جویی در منابع طبیعی ایفا می‌کند. با افزایش آگاهی عمومی نسبت به اهمیت بازیافت و تأثیرات مثبت آن بر محیط زیست، بسیاری از کشورها و شهرها به دنبال توسعه و بهبود سیستم‌های بازیافت پسماندهای خشک هستند. با این حال، فرایند بازیافت با موانع و محدودیت‌های متعددی مواجه است که می‌تواند کارایی آن را تحت تأثیر قرار دهد. موانع و محدودیت‌های بازیافت پسماندهای خشک شامل عوامل اقتصادی، اجتماعی، فنی و قانونی می‌باشد. از جمله این موانع می‌توان به هزینه‌های بالای جمع‌آوری و تفکیک پسماندها، عدم آگاهی و مشارکت شهروندان، کمبود زیرساخت‌های مناسب برای بازیافت، و نبود قوانین و مقررات حمایتی اشاره کرد. همچنین، چالش‌های فرهنگی و اجتماعی نیز می‌تواند بر رفتارهای بازیافتی تأثیر منفی بگذارد و مانع از مشارکت فعال جامعه در این فرآیند شود. این مقاله به بررسی موانع و محدودیت‌های بازیافت پسماندهای خشک می‌پردازد و به تحلیل عوامل مؤثر بر کاهش کارایی سیستم‌های بازیافت در جوامع مختلف می‌پردازد. هدف این تحقیق شناسایی چالش‌های موجود و ارائه راهکارهایی برای بهبود فرآیند بازیافت و افزایش مشارکت عمومی در این زمینه است. با توجه به اهمیت بازیافت در راستای توسعه پایدار و کاهش آلودگی محیط زیست، بررسی دقیق موانع و محدودیت‌های بازیافت پسماندهای خشک ضروری به نظر می‌رسد.

بازیافت

بازیافت بازیابی و پردازش مجدد مواد زائد برای استفاده در محصولات جدید است. فازهای اساسی بازیافت جمع‌آوری مواد زائد، فرآوری با تولید آنها به محصولات جدید و خرید این محصولات است که ممکن است خود بازیافت شوند. تفکیک بازیابی و استفاده مجدد از اجزای زباله‌های جامد که ممکن است هنوز دارای ارزش اقتصادی باشند بازیافت نامیده می‌شود مواد معمولی که بازیافت می‌شوند شامل ضایعات آهن و فولاد قوطی‌های آلومینیوم بطری‌های شیشه‌ای کاغذ، چوب و پلاستیک‌ها هستند. مواد مورد استفاده مجدد در بازیافت به عنوان جایگزینی مواد اولیه ای است که از منابع طبیعی فزاینده ای مانند نفت گاز طبیعی ذغال سنگ سنگ معدن و درختان بدست می‌آید. بازیافت می‌تواند به کاهش مقادیر پسماندهای جامد رسوب داده شده در محل‌های دفن زباله کمک کند که گران شده اند. بازیافت همچنین باعث کاهش آلودگی هوا، آب و زمین ناشی از دفع زباله می‌شود. (Sandin & Peters, 2018)

مدیریت مواد بازیافتی

مدیریت پایدار مواد بازیافتی یک رویکرد سیستمی برای استفاده مجدد از مواد به طور موثرتر در کل چرخه زندگی آنها است. این نشان دهنده تغییر در چگونگی تفکر جامعه در مورد استفاده از منابع طبیعی و حفاظت از محیط زیست است. با نگاهی به کل چرخه زندگی یک محصول می‌توانیم فرصت‌های جدیدی برای کاهش اثرات زیست محیطی صرفه جویی در منابع و کاهش هزینه‌ها پیدا کنیم به طور کلی اهداف سامانه‌های مدیریت پسماند شهری کاهش پسماند از مبدأ، استفاده مجدد تفکیک از مبدأ، جمع‌آوری و انتقال و دفع و پردازش با استفاده از روش‌های فیزیکی و بیولوژیکی تحقیقی با عنوان مسائل و انتخاب‌ها در مدیریت پسماند می‌باشد. (Huang et al., 2018) تحلیل هزینه فایده اجتماعی برای تبدیل زباله به انرژی در انگلستان انجام دادند. نتایج تحلیل هزینه فایده نشان می‌دهد که تبدیل پسماند به انرژی می‌تواند قسمت مهمی از استراتژی مدیریت

پسماند و سیاست انرژی تجدید پذیر باشد. گرچه رسیدن به پتانسیل کامل در تبدیل زباله به انرژی نیازمند شبکه نقل و انتقال گرمای پیشرفته می باشد. (Menikpura et al., 2013) پژوهشی با عنوان ارزیابی تأثیر بازیافت بر پایداری مدیریت پسماندهای جامد شهری در تایلند انجام دادند دفن زباله و بازیافت روش‌های غالب مدیریت پسماند در تایلند با استفاده از یک مطالعه موردی در شهرداری نونهابوری از منظر چرخه زندگی ارزیابی شده است. نتایج به دست آمده نشان داد که بازیافت به طور کلی به بهبود پایداری کلی، اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی سیستم مدیریت پسماند کمک می کند. در حقیقت بازیافت پسماندهای جامد شهری برای جبران تأثیرات منفی زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی ناشی از دفن زباله ها و پسماندهای جامد شهری بود.

مزایای بازیافت

صرفه جویی در منابع بازیابی منابع یکی از اهداف اصلی در سیستم مدیریت ضایعات پایدار است. هنگام بازیافت مواد استفاده شده به محصولات جدید تبدیل می‌شوند و نیاز به مصرف منابع طبیعی را کاهش می دهند. اگر مواد استفاده شده بازیافت نشود محصولات جدید با استخراج مواد اولیه تازه و خاکی از طریق معدن و جنگل کاری تولید می شوند. بازیافت به حفظ مواد اولیه مهم کمک کرده و از زیستگاه‌های طبیعی برای آینده محافظت می کند. (Markert et al, 2020) حسینی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی بر اساس نتایج آزمایش‌های بدست آمده بیان نمود توجیه اقتصادی اجرای طرح تولید انرژی از پسماندهای مذکور با ظرفیت ۱۰ تن در روز بررسی گردید. عملکرد تولید بیوگاز و متوسط درصد متان در تیمارهای فوق الذکر به ترتیب ۲۵۹ (۶۴)، ۱۵۷ (۵۲)، ۱۴۱ (۵۷) و ۲۱ (۱) لیتر بیوگاز به ازای هر کیلوگرم ماده خشک فرار بدست آمد. در ارزیابی اقتصادی طرح با توجه به قیمت مصوب فعلی وزارت نیروی کشور به منظور خرید تضمینی برق (۳۵۰۰ ریال بازای هر کیلووات ساعت برق تولیدی طرح دارای توجیه اقتصادی نمی باشد و جهت توجیه دار شدن نیاز به افزایش قیمت خرید برق و یا پرداخت گیت فی از سوی شهرداری دارد.

صرفه جویی در مصرف انرژی با استفاده از مواد بازیافتی در فرآیند تولید انرژی قابل ملاحظه ای کمتر از انرژی مورد نیاز برای تولید محصولات جدید از مواد اولیه مصرف می‌شود. انرژی و بازیابی منابع نیز مهم است و می توان از طریق سیستم مدیریت پسماند یکپارچه بازیافت حتی هنگام مقایسه تمام هزینه های مرتبط از جمله حمل و نقل و غیره. همچنین صرفه جویی در انرژی اضافی نیز وجود دارد زیرا در مقایسه با تهیه مواد آماده برای صنعت انرژی بیشتری برای استخراج، تصفیه، حمل و نقل و فرآوری مواد اولیه آماده برای صنعت مورد نیاز است. (Sandin & Peters, 2018) رئیسی و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیقی به این نتیجه رسید که بازیافت و استفاده مجدد از مواد زاید جامد به دلیل کاهش هزینه های تهیه مواد اولیه صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش دفع و با توجه به کمبود و تهی شدن منابع و افزایش آلودگی های مختلف زیست محیطی است در جهت کاهش هزینه ها ملزم به بازیافت مواد بوده و در نهایت بازیافت یک اصل اقتصادی است و توجه بیشتر مسئولین را می طلبد. محافظت از محیط زیست بازیافت نیاز به استخراج استخراج از معادن و ورود به سیستم، تصفیه و فرآوری مواد اولیه را کاهش می دهد. همه موارد ذکر شده آلودگی قابل توجهی در هوا و آب ایجاد می کنند. از آنجا که بازیافت باعث صرفه جویی در انرژی می‌شود باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه ای نیز می‌شود که به مقابله با تغییرات آب و هوایی کمک می کند. (Deng & Dai, 2018) پروانه (۱۳۹۳) در پژوهشی به این نتیجه رسید که بازیافت پت از پسماندهای شهری گیلان غرب دارای توجیه اقتصادی و زیست محیطی می‌باشد و می‌تواند نقش بسزایی در احیاء انرژی سرمایه اشتغال زایی و حفظ محیط زیست

داشته باشد با استناد به برنامه های بازیافت از مبداء تولید روزانه از دور ریزی ۲۷۴،۴ کیلو گرم پت با قابلیت تولید پرک که دارای ارزش اقتصادی قابل توجهی می باشند، ممانعت خواهد گردید. کاهش سوزاندن هنگام بازیافت مواد قابل بازیافت مجدداً به محصولات جدید تبدیل می شوند و در نتیجه مقدار زباله ای که برای سوزاندن ارسال می شود کاهش می یابد. (Markert et al., 2020)

جنبه های اقتصادی بازیافت پسماندهای خشک

بازیافت تأثیرات اقتصادی متنوعی دارد برای شرکت هایی که کالاهای دست دوم را خریداری می کنند، آنها را بازیافت می کنند و کالاهای جدید را به فروش میرسانند بازیافت منبع درآمد کل آنها است. برای شهرهایی که در مناطق پر جمعیت زندگی می کنند و باید هزینه استفاده از محل دفن زباله خود را بپردازند با بازیافت می توان میلیونها دلار از بودجه شهرداری را اصلاح کرد صنعت بازیافت می تواند تأثیر گسترده تری داشته باشد. تجزیه و تحلیل اقتصادی نشان می دهد که بازیافت مزایای اقتصادی قابل توجهی برای جوامع به همراه دارد. در حقیقت دفتر مدیر محیط زیست فدرال تخمین میزند که صنایع بازیافت و بازسازی تقریباً یک میلیون شغل تولیدی و بیش از ۱۰۰ میلیارد دلار درآمد داشته باشد. در بازیافت کارگران کم متوسط و بسیار ماهر در مشاغل مختلف از دست زدن به مواد و پردازش تا تولید محصول با کیفیت بالا استفاده می شود انگیزه برای دستیابی کارآمد و استفاده از مواد بازیافتی باعث ایجاد نوآوری می شود که کلید رشد اقتصادی بلند مدت است. سرمایه گذاری در تجهیزات بازیافت و خود شرکت ها نیز اقتصاد را فیلتر کرده و به رشد اقتصادی کمک می کنند مزایای بازیافت از نظر اجتماعی و زیست محیطی به همان اندازه مهم هستند. بازیافت باعث استفاده پایدار از منابع طبیعی می شود همکاری با یکدیگر فعالیت های بازیافت ضمن کاهش نیاز به محل دفن زباله جدید جلوگیری از آلودگی صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای باعث توسعه جامعه می شود بازیافت به طور کلی برای کاهش فشارهای جامعه بر محیط زیست ضمن ایجاد اشتغال و جذب سرمایه گذاری یک استراتژی مهم تلقی می شود. در سال های اخیر، بسیاری از کشورها افزایش زیادی در بازیافت داشته اند. (Markert et al., 2020) ایلداری (۱۳۹۰) در پژوهشی برآورد میزان سرمایه گذاری و ارزیابی اقتصادی بازیافت پت جمع کل سرمایه گذاری ثابت طرح ۶۰۰۰ تنی پت بازیافتی معادل ۷۰۶۰۶ میلیون ریال و سرمایه در گردش طرح معادل ۱۶۱۰۴ و در نهایت جمع کل سرمایه گذاری پروژه معادل ۸۶۷۱۰ میلیون ریال تخمین زده شد. نتایج تحقیق نشان می دهد که در سال پنجم احداث غرفه ها و رشد فرهنگ عمومی مردم جهت بازیافت پت تر از هزینه درآمد و در واقع سود بازیافت و استفاده از پت بازیافتی به عنوان ماده اولیه مثبت میگردد و بدیهی است که از سال پنجم به بعد نیز این روند صعودی سود مثبت حفظ میگردد. هدایتی آق مشهدی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی به این نتیجه رسید که بر اساس ارزش اقتصادی فلزات آهن مس و آلومینیوم در بازارهای جهانی ارزش اینها حدود ۴۹۹۰۰۰ دلار برآورد شد.

انتظار می رود کل تولیدات پسماندهای الکترونیکی این منطقه تا سال ۱۴۰۲، حدود ۱۱۴۵ تن باشد و ارزش اقتصادی فلزات مذکور در آنها حدود ۸۵۰۰ دلار برآورد شده است. برای بهره مندی از فواید اقتصادی این پسماندها ارائه سیستم یکپارچه مدیریت پسماندهای الکترونیکی ضروری به نظر می رسد. چنین سیستمی برای موفقیت باید مسائل اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی این نوع از پسماندها را نیز در نظر گیرد هدایتی آق مشهدی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی به این نتیجه رسید که ارزش اقتصادی فلزات آهن آلومینیوم و مس در پسماندهای الکترونیکی منطقه ۶ تهران محاسبه شود. برای این منظور با توجه به نبود بانک اطلاعاتی معتبر در کشور در خصوص تولید این نوع پسماندها، به کمک پرسش نامه هایی میزان تولید حال

و آینده پسماندهای الکترونیکی با استفاده از روش‌های کمی محاسبه شد. این میزان در سال ۱۳۹۲ حدود ۷۴۵ تن برآورد شد که بر اساس ارزش اقتصادی فلزات آهن مس و آلومینیوم در بازارهای جهانی، ارزش این‌ها حدود ۴۹۹۰۰۰ دلار برآورد شد. انتظار می‌رود کل تولیدات پسماندهای الکترونیکی این منطقه تا سال ۱۴۰۲، حدود ۱۱۴۵ تن باشد و ارزش اقتصادی فلزات مذکور در آنها حدود ۸۵۰۰۰۰ دلار برآورد شده است. برای بهره‌مندی از فواید اقتصادی این پسماندها ارائه سیستم یکپارچه مدیریت پسماندهای الکترونیکی ضروری به نظر می‌رسد. چنین سیستمی برای موفقیت باید مسائل اقتصادی اجتماعی و محیط زیستی این نوع از پسماندها را نیز در نظر گیرد. نوروزیان باغانی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی به این نتیجه رسید که بازیافت ۵۰ درصدی و بازیافت ۸۰ درصدی ارزیابی شد میزان بازیافت پسماندهای کاغذی کارتن شیشه نایلون و نایلکس ظروف یک بار مصرف پلاستیکی پت سایر انواع پلاستیک ظروف یک بار مصرف فلزی و سایر انواع فلزات به ترتیب ۲۳، ۱۲، ۸، ۲۰۵، ۸، ۱۳، ۱۳، ۱۱ و ۱۲ درصد است. بهره اقتصادی حاصل از بازیافت در شرایط موجود مطلوب و ایده آل به ترتیب ۱۱۵۲۷، ۳۹۸۶۹ و ۶۳۷۹۱ میلیون ریال در سال محاسبه شد. تنها ۱۵ درصد از پسماندهای خشک شهر شیراز بازیافت می‌گردد. با یک برنامه ریزی مناسب ۱۰ تا ۲۰ سال آینده و ارتقا سطح بازیافت فعلی می‌توان سود اقتصادی ناشی از بازیافت را ۸ تا ۱۸ برابر افزایش داد. رستگار و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی به این نتیجه رسید که ارتباط معناداری بین میزان مواد زائد تولیدی در ماه‌های تابستان و زمستان بود کل درآمد حاصل از فروش مواد بازیافتی ۱۴۰۷۹۳۰۴۵۸۰۰۰ ریال بود که از این میان درآمد حاصل از فروش کاغذ بازیافتی نسبت به سایر پسماندهای خشک بیشتر بود. مقدار پسماند خشک بازیافت شده ۲۶۰۱۵ درصد بود که با انجام مطالعات جامع و مدیریت مناسب می‌توان درصد بازیافت زائدات خشک را به نحو موثری افزایش داد به علاوه بازیافت صحیح موجب درآمدزایی و ایجاد اشتغال در این بخش شده است. گل‌بیدی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی در پژوهشی به این نتایج دست یافت که از ۱۱۸۸۶۱۲۸ کیلو گرم کاغذ و مقوا در منطقه دو شهرداری تهران در سال ۱۳۹۰ درآمدی معادل ۲۹۷۱۵۳۲۰۰۰ ریال در ازای فروش کاغذ و مقوای بازیافتی حاصل می‌شود. بازیافت کاغذ و مقوا در این منطقه باعث صرفه جویی در مصرف ۲۳۱۶۱۵ متر مکعب آب، ۱۰۲۹۴ ژول انرژی و کاهش قطع ۲۱۸۷۴ اصله درخت در سال می‌شود. نتایج این تحقیق نشان داد که بازیافت کاغذ و مقوا از زباله‌های مناطق دو و بیست و دو شهرداری تهران دارای توجیه اقتصادی و زیست محیطی می‌باشد. اسلامی و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقی به این نتیجه رسید که میانگین سالیانه تولید پسماند در شهر یزد ۱۰۹۶۷۹ 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 به صورت ماهیانه ۷۶۸۸۸۰۰۰ ریال و منافع حاصل از آن ۹۰۴۶۶۷۴۰۰ ریال بوده و در نتیجه مقدار سود خالص حاصل از طرح بازیافت ۱۳۵۷۸۷۴۰۰ ریال بوده است. 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. قادری و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقی به این نتیجه رسید که اجرای طرح تفکیک از مبدأ پسماندهای شهری، منافع اقتصادی مناسبی در پی داشته و سبب حذف یا تقلیل مضرات زیست محیطی می‌شود. علاوه بر آن، این طرح زیبایی و وجه اجتماعی بیرجند را ارتقا بخشیده و نه تنها هزینه‌های مطرح در طرح با استفاده از تفکیک تامین می‌شود، بلکه شغل و درآمد پایداری برای شهرداری و سازمان‌های ذی‌نفع تامین خواهد کرد. از نتایج اضافی این بررسی می‌توان به استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی برای ارزیابی پیامدهای اقتصادی و زیست محیطی تفکیک زباله از مبدأ اشاره نمود. صفری و زهی زمانی

(۱۳۹۶) در پژوهشی به این نتیجه رسید که از طریق بازیافت پسماند می توان ضمن کاهش آلودگی های محیط زیست در هزینه های مدیریت مواد زاید جامد صرفه جویی نمود. در نتیجه بازیافت پسماند خانگی در شهر زاهدان از نظر اقتصادی توجیه پذیر می باشد. (Larrain et al., 2021)

در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که انگیزه های اقتصادی برای بازیافت بسته بندیهای پلاستیکی عمدتاً به قیمت محصول و عملکرد محصول بستگی دارد. در سطح قیمت فعلی سودآورترین انواع پلاستیک ها برای بازیافت PS است که نرخ بازده داخلی آن ۱۴ است، در حالی که کمترین سود، قسمت پلی الفین مخلوط با نرخ بازده داخلی منفی است در سناریویی با افزایش مداوم قیمت نفت علاوه بر این، در صورت کاهش قیمت نفت و در نتیجه کاهش قیمت محصولات پلاستیکی این مقادیر به میزان قابل توجهی کاهش می یابد. با در نظر گرفتن نرخ تخفیف ۱۵ برای یک دوره ۱۵ ساله، اگر هیچ تغییری در سیاست ها توسط دولت ها اعمال نشود، بازیافت مکانیکی سود آور نیست به وضوح پایین بودن قیمت نفت ممکن است صنعت بازیافت مکانیکی را به خطر بیندازد و نیاز به سیاست هایی را افزایش دهد که تقاضای محصولات بازیافتی مانند تحمیل حداقل اهداف محتوای بازیافتی را افزایش دهد. نگ و همکاران (۲۰۲۱) بیان کردند که ارزیابی جامع فنی و اقتصادی برای سیستم پیشنهادی انجام شده و در مقایسه با روش های معمولی مقایسه شد. نتایج نشان می دهد که سیستم یکپارچه تصفیه مکانیکی - بیولوژیکی کاملاً به هزینه های ورودی متکی است و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه می باشد تجزیه و تحلیل همچنین نشان می دهد که تولید محصول با ارزش بالا مانند هیدروژن می تواند عملکرد اقتصادی را به طور قابل توجهی بهبود بخشد و بی ثباتی مالی تأسیسات را به حداقل برساند. (ko et al., 2020)

در تحقیقی نشان دادند که میزان تمایل به پرداخت هزینه بازیافت پسماند در هر خانوار به طور متوسط برابر است. علاوه بر این در یک سطح قیمت مناسب برای جایگزین سیاست نرخ پذیرش سیاست حاکی از آن است که قیمت بسته های دفع مواد زیست تخریب پذیر نباید به ازای تحقیقی با عنوان ارزیابی فنی و اقتصادی از شیوه های (Athanasios & Zabaniotou, 2008) هر کیسه افزایش یابد بازیافت زباله های جامد شهری در قبرس انجام دادند. در این مطالعه کاربرد فن آوری های بازیافت مدرن مطابق با قوانین اروپایی و قبرس با هدف بازیابی کاغذ شیشه پلاستیک آلومینیوم و فلزات غیر آهنی از زباله های جامد شهری (MSW) ارائه شده است. آنالیز حساسیت به منظور مشخص کردن مهم ترین پارامترها موثر بر قابلیت دوام یک طرح بازیافت انجام شد. از این رو بازیافت از نظر اقتصادی توجیه پذیر است و می تواند به اقتصاد کشور کمک شایانی کند. (Chen Khee & Othman, 2012) تحقیقی با عنوان تجزیه و تحلیل اقتصادی زباله های جامد شهری خانگی را انجام دادند. نویسندگان گزارش دادند که بازیافت پسماند خشک شهری تأثیر معناداری در افزایش اقتصاد کشور مالزی دارد. از این رو بازیافت از نظر اقتصادی توجیه پذیر است و می تواند به اقتصاد کشور کمک شایانی کند.

ارزیابی فنی بازیافت پسماند خشک زباله شهری

مبانی اصولی استراتژی پسماندهای هر کشور را سیاست و برنامه ریزی در زمینه عناصر مختلف مدیریتی همچون فرهنگ و آموزش سیستم های ذخیره سازی، جمع آوری حمل و دفن مواد بویژه مواردی همچون تولید کمتر و مسئله همیشه مهم بازیافت از مبدأ تولید را تشکیل می دهد که می بایستی به صورت تکنولوژی مناسب با توجه به محیط زیست هر کشور مدنظر قرار گیرد. در هنگام بررسی و تنظیم یک طرح بازیافت ارزیابی فنی و مطالعه جنبه های مهندسی آن بایستی صورت پذیرد. بررسی های فنی مشخص می کند که آیا پیش نیازهای لازم برای انجام موفق طرح مد نظر قرار گرفته و آیا انتخاب های منطقی

و مناسب در مورد مکان مقیاس فرآیند و غیره انجام شده است یا خیر. (عراقی و سعیدی رضوانی، ۱۳۹۲) ارزیابی فنی بازیافت زباله های خشک شامل روش های چگونگی بازیافت پسماند در مقیاس وسیع از روش های جمع آوری تا مراحل تحویل به مشتری است که در ادامه بیان شده است.

جمع آوری طرح های جمع آوری زباله اولین قدم اساسی در هر فرآیند مدیریت پسماند است و در عملکرد کلی آن نقش اساسی دارد آنها ترکیب جریان های زباله و بنابراین مناسب بودن آنها را برای عملیات پیش تصفیه، مرتب سازی و بازیابی پایین دست تعیین می کنند علاوه بر این طرح های کارآمد مورد تأیید و حمایت مالکان زباله، به حل مسائل مربوط به زباله کمک می کنند. جمع آوری مناسب زباله های جامد برای حفاظت از بهداشت عمومی، ایمنی و کیفیت محیط زیست مهم است. این یک فعالیت پر مصرف است و تقریباً سه چهارم کل هزینه مدیریت پسماند جامد را تشکیل می دهد. کارمندان عمومی غالباً به این وظیفه منصوب می شوند اما گاهی اوقات مقرون به صرفه است که شرکت های خصوصی کارهایی را که به موجب قرارداد به شهرداری انجام شده است یا مجموعه داران خصوصی باید توسط صاحبان منازل شخصی پرداخت شوند جمع آوری زباله ها معمولاً حداقل یک بار در هفته به دلیل تجزیه سریع ضایعات مواد غذایی اتفاق می افتد. مقدار زباله موجود در زباله های منازل شخصی را می توان توسط آسیاب زباله، یا دفع زباله کاهش داد. اکنون بسیاری از جوامع برنامه های تفکیک و بازیافت منبع را اجرا می کنند که در آن صاحبان خانه و مشاغل مواد قابل بازیافت را از زباله جدا کرده و در ظروف جداگانه ای برای جمع آوری قرار می دهند. (Yang et al., 2020)

حمل و نقل : عنصر موظف حمل و نقل زمانی در سیستم مدیریت مواد زائد جامد شهری ضرورت پیدا می کنند. که فاصله محل دفع از مراکز تولید مواد در شهر فاصله زیاد داشته باشد و لازم باشد که زباله های جمع آوری شده از وسایل نقلیه کوچک تر به کامیون های بزرگ تر بارگیری شود. این انتقال در مکانی به نام ایستگاه های انتقال صورت می گیرد. بنابر این حمل و نقل در شهرهای بزرگ ضروری است. ایستگاه های انتقال در شهرها به چهار صورت مشاهده می شوند زمین باز چهار دیواری کانتینر و ایستگاههای مجهز است. (Yu et al, 2019) شمشاد مهر و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی به این نتیجه دست یافت که که از طریق بازیافت پسماند می توان در هزینه های مدیریت مواد زائد جامد جمع آوری - حمل - دفن صرفه جویی به عمل آورد و موجب ایجاد درآمد برای شهرداری شد. با توجه به اینکه ارزش حال خالص طرح مثبت است در نتیجه بازیافت شیشه در شهر تهران توجیه پذیر است و توجه مسئولین را می طلبد. در آمد خالص حاصل از کل بازیافت شیشه در سال ۱۳۹۱ در مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران حدوداً ۹۷۵۰۴۸۱۹۰۴ ریال محاسبه شده است. بازیافت ۳۸۸۳۰۸۸۷۰ کیلو گرم پسماند خشک (شیشه) در مناطق شهری تهران موجب کاهش در هزینه های مدیریت مواد زائد جامد حدوداً مبلغی معادل ۱۰۶۶۴۱۳۷۳۸۰ ریال در سال ۱۳۹۱ و منجر به ایجاد در آمد برای شهرداری تهران شده است.

مرتب سازی عملیات پیش تصفیه و مرتب سازی موثر برای زباله های خشک این منبع ارزشمند را از محل دفن زباله منحرف می کند تا مواد با کیفیت بازار مورد نیاز برای بازیافت و بازیابی انرژی را تحویل دهد. در حال حاضر طیف گسترده ای از فناوری ها برای پیش تصفیه و مرتب سازی زباله استفاده می شود. این موارد از بین بردن و برداشتن دستی تا فرآیندهای خودکار مانند خرد کردن غربال کردن جداسازی چگالی هوا یا مایع جداسازی مغناطیسی و فن آوری های مرتب سازی بسیار پیچیده اسپکتروفتومتری مانند لیزر و غیره را شامل می شود. کارخانه های مرتب سازی مدرن غالباً امکانات پیچیده ای هستند که برای دستیابی به خروجی بهینه و مقرون به صرفه چندین مورد از این فناوری ها را برای جریان های خاص زباله سازگار می

کنند. امروزه عملیات پیش تصفیه و مرتب سازی برای بسته بندی های مختلط و سایر مواد قابل بازیافت خشک می تواند بیش از چندین هزار تن در سال زباله خشک را پردازش کند. (Markert et al., 2020)

تفکیک زباله هنگامی که مواد زائد مختلف با یکدیگر مخلوط شدند بازیافت آنها دشوار است، بنابراین اولین مرحله از فرآیند بازیافت جداسازی مواد به دسته های مختلف است تفکیک زباله به این معنی است که انواع مختلف زباله به طور جداگانه جمع آوری و بازیافت می شود. به این عمل تفکیک یا تفکیک زباله از مبدا گفته می شود و باید توسط صاحب خانه انجام شود و پس از اتمام و دور ریختن مواد زائد زباله ها با قرار دادن دسته های مختلف زباله در کیسه ها یا ظروف مختلف از هم جدا می شوند. درجه جداسازی مورد نیاز به فرصت های بازیافتی که وجود دارد بستگی دارد، اما تفکیک مواد خشک و مرطوب مهم است ساده ترین روش جداسازی این است که مواد زائد غذا از مواد باقیمانده جدا شود تا ضایعات مواد غذایی کمپوست شده یا برای ساخت بیوگاز استفاده شود. اگر زباله ها در منبع جدا نشوند، در انتها در محلی قرار می گیرند که تمام زباله ها با هم مخلوط می شوند بنابراین جدا کردن انواع مختلف بسیار دشوارتر و خطرناک می شود. در بسیاری از کشورهای در حال توسعه از جمله اتیوپی جمع آوری زباله برای بازیافت اغلب توسط بخش غیر رسمی انجام می شود چنین کارهایی را می توان به روش بسیار پر مشغله نا امن و آلوده کننده و با درآمد بسیار پایین انجام داد. اغلب کودکان خردسال به عنوان جمع کننده استخدام می شوند. بخشی از وظیفه تیم این است که به صنعت بازیافت به صورت رسمی تر کمک کند. این جنبه دیگری از مدیریت پسماند است که نیاز به همکاری ذینفعان، از جمله بخش غیر رسمی و سایر شرکای مربوطه برای کمک به بهبود شرایط کار و ارائه تجهیزات محافظتی و آموزش و سایر جمع کننده های زباله دارد. (Sandin & Peters, 2018)

استفاده مجدد از زباله استفاده مجدد را می توان به عنوان استفاده از یک ماده زائد بدون تغییر بیشتر و بدون تغییر شکل یا ماهیت اصلی آن تعریف کرد. این دومین گزینه در سلسله مراتب پسماند است. انواع مختلف زباله های جامد را می توان دوباره استفاده کرد مانند بطری ها، لباس های قدیمی کتاب ها و هر چیز دیگری که دوباره برای هدفی مشابه با هدف اصلی استفاده می شود. استفاده مجدد به این معنی است که ضایعات جامد کمتری تولید می شود. با مصرف محصولات مفید که توسط افرادی که دیگر آنها را نمیخواهند رها کرده و انتقال آنها به کسانی که این کار را انجام می دهند مزایای دیگری به همراه خواهد داشت. (Yang et al., 2020)

موانع و محدودیت های بازیافت پسماندهای خشک

از آنجا که دفع زباله شامل فرآیندهای بی شماری مانند جمع آوری حمل و نقل ریختن بازیافت یا تصفیه فاضلاب در میان سایر اقدامات نظارت و تنظیم مواد زائد است مشکلات زیادی در رابطه با دفع زباله وجود دارد. بر اساس گزارش بانک جهانی، متوسط تولید زباله جامد شهری به ازای هر نفر روزانه حدود ۱.۲ کیلوگرم است و انتظار می رود این رقم تا سال ۲۰۲۵ به ۱.۵ کیلوگرم برسد بنابراین به این معنی است که هر کشوری به دلیل تولید بیش از حد زباله رنج می برد. مشکل این است که عصر حاضر تحت کنترل مصرف گرایی قرار دارد و شرکت ها و تولید کنندگانی سعی در به حداکثر رساندن سود با تولید محصولات یکبار مصرف بدون اولویت استفاده مجدد بازیافت با استفاده از مواد سازگار با محیط زیست دارند در چنین شرایطی بیشتر محل های دفن زباله فاقد مدیریت صحیح پسماند در محل هستند و در نتیجه تهدیدهای بیشتری برای محیط زیست ایجاد می کنند در طولانی مدت محل دفن زباله نشت می کند و آب های زیرزمینی و دیگر زیستگاه های محیطی همسایه را آلوده می کند و مدیریت زباله را بسیار دشوار می کند، آنها همچنین گازهای بالقوه نا امن می دهند. (Feitosa et al., 2017)

مدیریت زباله و همچنین منابع دولتی به جای توسعه برنامه های موثر بازیافت و کاهش زباله به راه حل های نزدیک بینی و سریع ادامه می دهند. در نتیجه این اتکای مداوم به استفاده از فن آوری های قدیمی برای مقابله با دفع زباله ایجاد کرده است. مشکل این است که اکثر کشورها نسبت به پیشرفت فن آوری های نوین در کاهش سمیت و حجم زباله یا افزایش بازیافت به ویژه زباله های جامد، اکراه و کمتر خلاق هستند. بزرگترین محدودیت برای بازیافت این است که همه مواد قابل بازیافت نیستند و بنابراین مواد می توانند به دلیل تخریب هر بار از طریق فرآیند تعداد محدودی بازیافت شوند مشکلات مدیریت پسماند شهری از قبیل عدم آگاهی مسئولان خدمات شهری از سیستم های مدرن مدیریت پسماند شهری فقدان پشتوانه تحقیقاتی لازم برای اصلاح وضع مدیریت فعلی، عدم توجه به جذب نیروهای متخصص و کارا تاکید بر استفاده از نیروی انسانی به جای ماشین آلات مدیریت به روش سنتی عملکرد پایین و غیر بهداشتی بودن روش های مورد عمل عدم تمایز بین پسماند خطرناک و پسماند بیمارستانی و سایر پسماند شهری و جمع آوری و حمل و دفن آنها کاملاً غیر بهداشتی و به صورت یکسان و با هم عدم وجود برنامه های پردازش و بازیافت رسمی و قانونی و در عوض انجام دادن بازیافت های غیر قانونی و کاملاً غیر بهداشتی باعث آلودگی محیط زیست شده و همچنین زیاد شدن حجم پسماند و غیر ممکن شدن تفکیک آنها از یکدیگر موجب ازدیاد حشرات موذی انتشار میکروب و ایجاد بیماری های گوناگون خواهد شد. (باری یکه پسته و سیاهتی، ۱۳۹۸)

موانع و مشکلات اداری بازیافت پسماندهای خشک

- عدم وجود ساختار در ادارات بازیافت مناطق
- نقص سیستم و امکانات برای نظارت بهینه.
- نبود راه حل جایگزین در صورت عدم موفقیت برگزاری مزایده
- سخت گیری در احراز صلاحیت پیمانکاران. (عبدلی و همکاران، ۱۳۸۸)

موانع و مشکلات اجرایی بازیافت پسماندهای خشک

- بالا بودن هزینه های جمع آوری پسماند خشک طبق نظام فنی و اجرایی ۴۶ درصد از کل هزینه های طرح تفکیک
- در مبداء طبق نظام فنی و اجرایی مربوط به فعالیت جمع آوری نیمه مکانیزه می باشد.
- عدم تمایل به اجرای صحیح نظام فنی اجرایی جمع آوری پسماندهای خشک و اصرار بر روش سنتی
- عدم وجود پیمانکاران توانمند از لحاظ (مالی و اجرایی).
- عدم امکان خرید کیسه و مخزن از طرف پیمانکاران و توزیع آن
- فعالیت عوامل غیر مجاز جمع آوری در مناطق. (عبدلی و همکاران، ۱۳۸۸)

موانع و مشکلات امکانات و تجهیزات بازیافت پسماندهای خشک

- ناهمگونی خودروهای طرح تفکیک با شرایط مشابه وانت های خدمات شهری.
- داشتن ایستگاه و زمین مناسب و تجهیزات مربوطه
- نبود تلفن گویا در ادارات.
- عدم تجهیز کامل ادارات به سیستم های رایانه ای. (عبدلی و همکاران، ۱۳۸۸)

موانع و مشکلات اقتصادی بازیافت پسماندهای خشک

- نبود مراکز مشخص خرید و فروش پسماندها
- نبود بورس بازیافت. (عبدلی و همکاران، ۱۳۸۸)

منابع و مأخذ

۱. اسلامی؛ هادی، مختاری؛ مهدی، اسلامی دوست؛ زهرا، برزگر خانقاه؛ محمدرضا، رنجبر عزت آبادی؛ مجمد. (۱۳۹۶). ارزیابی اقتصادی بازیافت پسماند شهری در شهر یزد تحلیل هزینه منفعت، مجله دانشگاه علوم پزشکی، ۱۹ (۳): ۳۲-۴۱.
۲. ایلداری؛ مهرا. (۱۳۹۰) ارزش گذاری اقتصادی بازیافت بطریهای پست در تهران شهرداری منطقه ۳، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد محیط زیست، دانشگاه آزاد واحد تحقیقات آموزشی، تهران.
۳. پروانه؛ ملوک (۱۳۹۳) ارزشیابی اقتصادی بازیافت بطری های پلاستیکی پلی اتیلن ترفتالات شهرستان گیلان غرب، دومین کنفرانس ملی مخاطرات محیط زیست زاگرس، تهران.
۴. حسینی؛ مریم، عباسپور؛ فرد محمد، حسین طبسی؛ زاده محمد (۱۳۹۷) ارزیابی فنی و اقتصادی تولید انرژی از ضایعات آلی فضای سبز شهری به روش هضم بی هوازی (مطالعه موردی : ضایعات چمن و برگ درختان شهرستان مشهد)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی.
۵. رئیسی؛ افسانه، امینی؛ حافظ، جهانبازی؛ معصومه، سورانی میهن، دخت (۱۳۹۵) ارزیابی مدیریت بازیافت پسماندهای شهری با تاکید بر جنبه های اقتصادی و زیست محیطی، کنفرانس بین المللی عمران معماری مدیریت شهری و محیط زیست در هزاره سوم، رشت.
۶. شمشاد مهر؛ مونا، دامن کشیده؛ مرجان، عباسی؛ ابراهیم (۱۳۹۲) ارزیابی اقتصادی بازیافت پسماند جامد شهری (شیشه در شهر تهران مطالعه موردی سازمان بازیافت پسماند)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، دانشکده اقتصاد و حسابداری.
۷. صفری؛ خدیجه، حسین زهی، زمانی؛ محمد عمر (۱۳۹۶) ارزشگذاری اقتصادی پسماندهای خانگی قابل بازیافت در شهر زاهدان، کنفرانس بین المللی افق های نو در علوم مهندسی.
۸. عبدلی؛ محمد علی، کرباسی؛ عبد الرضا، غزنوی کاشانی؛ مونا (۱۳۸۸) بازیافت زباله ها - مطالعه موردی شهر تهران، دوازدهمین همایش بهداشت محیط ایران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت، ۱۹۹۲-۲۰۰۷.
۹. عراقی؛ مصطفی، سعیدی رضوانی؛ نوید (۱۳۹۲) ارزیابی مدیریتی تفکیک پسماند از مبداء با رویکرد برنامه ریزی در شهرداری تهران نمونه موردی منطقه (۱۶)، اولین همایش ملی جغرافیا، شهرسازی و توسعه پایدار، تهران.
۱۰. قادری؛ ایمان، صابری فر؛ رستم، ثقفی؛ مهدی (۱۳۹۶) تحلیل و ارزیابی اقتصادی و زیست محیطی اجرای طرح تفکیک زباله از مبداء در شهر بیرجند، دانشگاه پیام نور استان خراسان جنوبی، مرکز پیام نور فردوس.
۱۱. گل بیدی؛ زینب، دامن کشیده؛ مرجان، نصابیان، شهریار (۱۳۹۵) ارزیابی اقتصادی بازیافت پسماندهای خشک خانگی مطالعه موردی مناطق دو و بیست و دو، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی.
۱۲. هدایتی آق مشهدی؛ امیر، جعفری؛ حمیدرضا، کرمی؛ شاهو، گلالی زاده؛ سامان، زاهدی؛ سمانه (۱۳۹۳). برآورد ارزش اقتصادی، آهن آلومینیوم و مس قابل بازیافت در پسماندهای الکترونیکی (مطالعه موردی منطقه ۶ تهران)، محیط شناسی ۴۰ (۴): ۹۹۹-۱۰۰۹.

13. Chuen-Khee, P., & Othman, J. (2012). Solid waste disposal options in Malaysia: A contingent valuation experience. Waste Management, 32 (12): 25652566.

14. Huang, B., Pan, Z., Su, X., & An, L. (2018). Recycling of lithium-ion batteries: Recent advances and perspectives. *Journal of Power Sources*, 399, 274-286
15. Ko, S., Kim, W., Shin, S. C., & Shin, J. (2020). The economic value of sustainable recycling and waste management policies: The case of a waste management crisis in South Korea. *Waste Management*, 104, 220-227.
16. Larrain, M., Van Passel, S., Thomassen, G., Van Gorp, B., Nhu, T. T., Huysveld, S., .. & Billen, P. (2021). Techno-economic assessment of mechanical recycling of challenging post-consumer plastic packaging waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 170, 105607.
17. Markert, E., Celik, I., & Apul, D. (2020). Private and Externality Costs and Benefits of Recycling Crystalline Silicon (c-Si) Photovoltaic Panels. *Energies*, 13 (14), 3650.
18. Menikpura, S. N. M., Gheewala, S. H., Bonnet, S., & Chiemchaisri, C. (2013). Evaluation of the effect of recycling on sustainability of municipal solid waste management in Thailand. *Waste and Biomass Valorization*, 4 (2), 237-257.
19. Sandin, G., & Peters, G. M. (2018). Environmental impact of textile reuse and recycling—A review. *Journal of cleaner production*, 184, 353-365.
20. Sandin, G., & Peters, G. M. (2018). Environmental impact of textile reuse and recycling—A review. *Journal of cleaner production*, 184, 353-365.
21. Yang, H., Zhang, S., Ye, W., Qin, Y., Xu, M., & Han, L. (2020). Emission reduction benefits and efficiency of e-waste recycling in China. *Waste Management*, 102, 541-549.
22. Yu, H., Zhu, Z., Zhang, Z., Yu, J., Oeser, M., & Wang, D. (2019). Recycling waste packaging tape into bituminous mixtures towards enhanced mechanical properties and environmental benefits. *Journal of Cleaner Production*, 229, 22-31.