

## ارزیابی پتانسیل بازیابی پسماند شهری اردبیل

عزیزه عالی پناه<sup>۱</sup>، مرتضی عالیقدری<sup>۲\*</sup>

۱. گروه محیط زیست، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران

۲. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

\* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۴۳۵۱۵۵۱۰ - فکس: ۰۴۵۳۳۷۲۱۷۵۵ - ایمیل: m.alighadri@arums.ac.ir

### چکیده

**زمینه و هدف:** بازیابی اجزای پسماند شهری با هدف کاهش تولید، یکی از استراتژی‌های EPA<sub>US</sub> در زمینه مدیریت جامع پسماند است. به لحاظ عدم اجرای فرآیند بازیافت در شهر اردبیل، این پژوهش با هدف تعیین پتانسیل بازیابی پسماند شهری اردبیل در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ انجام گرفت.

**روش کار:** در این مطالعه توصیفی-تحلیلی، اطلاعات اولیه (طبقه بندی منابع تولید، شناسایی و طبقه بندی اجزای پسماند) از منابع مختلف (اطلاعات کتابخانه ای، مشاهده، چک لیست) کسب و با رهنمودهای ارائه شده و محاسبات، اطلاعات تکمیل گردید. درصد وزنی اجزای پسماند در ۴ فصل مطابق با روش ASTM (۵۶ نمونه ۱۰۰ کیلوگرمی)، و درصد رطوبت و ارزش حرارتی اجزا با روش های آزمایشگاهی و محاسباتی تعیین گردید. داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS تحلیل و از طریق مقایسه با نتایج سایر مطالعات و رهنمودها، تجزیه و تحلیل گردید.

**یافته ها:** میزان تولید پسماند شهری اردبیل ۳۵۰-۳۱۲ تن در روز برآورد گردید. بیشترین درصد وزنی (۵۹/۲۷٪) اجزا، مربوط به پسماند غذایی و باغی با رطوبت ۶۵/۸۳٪ و کمترین درصد وزنی (۰/۱٪)، فلزات غیرآهنی با رطوبت ۸/۷۶٪ بود. درصد وزنی و رطوبت بقیه اجزای آلی، غیرآلی، خطرناک و ویژه متفاوت بود. ارزش حرارتی پسماند شهری اردبیل (بر پایه ماده مرطوب) ۷۸۱۰ کیلوژول بر کیلوگرم محاسبه شد.

**نتیجه گیری:** پسماند شهری اردبیل از پتانسیل بالایی (تقریباً ۹۷/۳٪) جهت بازیابی برخوردار است و می توان آن را به اجزای قابل استفاده در تولید کود، تولید انرژی، صنایع تبدیلی و دفن شدنی، تقسیم بندی کرد.

**واژه های کلیدی:** پسماند شهری، بازیابی، بازیافت، اردبیل

دریافت: ۹۳/۸/۲۱ پذیرش: ۹۳/۱۱/۲۱

### مقدمه

گسترش شهرنشینی و افزایش سطح زندگی باعث افزایش تولید پسماند در کشورهای در حال توسعه شده و مدیریت مواد زاید جامد شهری را به یک چالش بزرگ تبدیل کرده است. مسئولان شهری و شهرداریها علی رغم صرف هزینه های زیاد، به دلایل مختلف (محدودیت منابع مالی، پیچیدگی موضوع، مسایل فرهنگی و...) با مشکلات اساسی زیست محیطی، اقتصادی و... در زمینه مدیریت پسماند شهری مواجه هستند (۲۰۱). پسماند شهری از منابع مختلف تولید

می گردد. در حالت جامع، منابع تولید پسماند به کاربری زمین و منطقه بندی بستگی دارد (۳). در استراتژی طراحی شده توسط EPA<sub>US</sub> که تحت عنوان مدیریت جامع پسماند (ISWM)<sup>۱</sup> می باشد، بازیافت<sup>۲</sup> و بازیابی<sup>۳</sup> اجزای پسماند، به عنوان اولویت سوم (بعد از کاهش تولید و استفاده مجدد) و قبل از استراتژی های سوزاندن برای تولید انرژی و دفن مطرح است. بازیابی، فرآیندی است که طی آن،

<sup>۱</sup> Integrated Solid Waste Management

<sup>۲</sup> Recycling

<sup>۳</sup> Recovery

از ۵۰٪) است و کمترین آن به اجزای غیر آلی (شیشه، فلزات و...) اختصاص دارد (۳،۴).

ارزش حرارتی پسماند شهری، به درصد وزنی و رطوبت اجزای تشکیل دهنده آن (اجزای آلی، اجزای غیر آلی) بستگی دارد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که مواد پلاستیکی بیشترین ارزش حرارتی (۳۲۵۶۴ kJ/kg) و شیشه کمترین ارزش حرارتی (۱۴۰۰ kJ/kg) را در بین اجزای پسماند شهری دارد (۳). ارزش حرارتی پسماند شهری کشورهای در حال توسعه کمتر از کشورهای توسعه یافته گزارش شده است (۱۰).

در شهر اردبیل با جمعیتی در حدود ۵۰۰۰۰۰ نفر در سال ۱۳۹۳، روزانه ۳۵۰-۳۱۲ تن پسماند جمع‌آوری و به ایستگاه انتقال واقع در ۳ کیلومتری جاده قدیم اردبیل- مشکین‌شهر، حمل و در نهایت در زمین‌های مجاور روستای طالب قشلاقی، دفع می‌گردد (۱۱). در حال حاضر طرح تفکیک از مبدا در بین برنامه‌های مدیریت پسماند شهری اردبیل اجرا نمی‌گردد. همچنین طرح بازیابی بدون انجام مطالعه‌ای، به صورت ناقص و به اشکال مختلف (غیراصولی و غیربهداشتی) از مرحله تولید تا دفع پسماند انجام می‌شود. لذا این پژوهش با هدف تعیین پتانسیل بازیابی پسماند شهری اردبیل در سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۲ انجام گرفت.

### روش کار

در این مطالعه توصیفی- تحلیلی، جامعه آماری پسماند شهری جمع‌آوری شده (۳۵۰-۳۱۲ تن در روز) از مناطق ۴ گانه شهرداری اردبیل بود. حجم نمونه برای تعیین درصد وزنی، اجزای تشکیل دهنده پسماند شهری با استناد به روش ASTM<sup>۱</sup> در طول یک سال، ۵۶ نمونه تقریباً ۱۰۰ کیلوگرمی بود. پتانسیل بازیابی پسماند شهری، متغیر وابسته و کمیت پسماند تولیدی و جمع‌آوری شده (سرانه)، کیفیت

پسماند به صورت تفکیک نشده جمع‌آوری و در یک تاسیسات مرکزی، اجزای قابل بازیافت از سایر اجزا به منظور تامین ماده اولیه برخی از صنایع، تفکیک می‌گردند. کمیت (سرانه) و کیفیت (شناسایی، درصد وزنی، رطوبت، و ارزش حرارتی اجزاء) پسماند تولیدی، اصلی‌ترین متغیرهای مرتبط با فرآیند بازیابی می‌باشد (۴).

نتایج مطالعات نشان می‌دهد که سرانه پسماند تولیدی در شهرهای مختلف دنیا، به دلیل متفاوت بودن نوع و منشأ تولید، روش جمع‌آوری، جداسازی و استفاده مجدد، تفکیک از مبدا جهت بازیافت، بازیابی و عدم جمع‌آوری همه پسماند، وجود قوانین و طرز نگرش مردم، موقعیت جغرافیایی، فصل، شرایط آب و هوایی، تناوب جمع‌آوری پسماند، ویژگی‌های منطقه ارائه خدمات و درآمد مردم، متغیر (۲/۳۱ kg/p. d - ۰/۲۵) می‌باشد (۷-۵،۱).

اجزای آلی (پسماند غذایی و باغی، کاغذ، پلاستیک و...)، اجزای غیر آلی (فلزات، شیشه و...) و اجزای ویژه و خطرناک (باتری، تایر، رنگ و...) اصلی‌ترین طبقه‌بندی اجزای تشکیل دهنده پسماند شهری در اکثر کشورهای دنیا می‌باشد. همچنین نتایج مطالعات نشان می‌دهد که درصد وزنی اجزای آلی بیشتر از اجزای غیر آلی، ویژه و خطرناک در پسماند شهری است (۳،۸،۹). در پسماند شهری کشورهای در حال توسعه، پسماند غذایی و باغی بیشترین درصد وزنی (بیش از ۵۰٪) را در بین اجزای آلی داشته (۱)، در صورتی که در کشورهای توسعه یافته، درصد وزنی کاغذ و پلاستیک، بیشتر از سایر اجزای تشکیل دهنده پسماند شهری گزارش شده است (۵).

درصد رطوبت اجزای مختلف پسماند شهری بسته به ترکیب پسماند، فصل، رطوبت هوا، شرایط آب و هوایی مخصوصاً باران از ۱ تا ۷۰ درصد متغیر است (۳). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که بیشترین درصد رطوبت، مربوط به پسماند غذایی و باغی (بیش

<sup>۱</sup> American Society for Testing and Materials

پسماند به ایستگاه انتقال، زباله یکی از ماشین‌ها (با بار حداقل ۴ تن) به صورت تصادفی آسان به عنوان نمونه انتخاب و کار آنالیز بر روی آن انجام گرفت. (نمونه‌ها از تمام مناطق چهارگانه شهرداری و نواحی غیرتکراری انتخاب شد). آماده‌سازی نمونه‌ها و چهارقسمتی کردن آنها مطابق با روش ASTM انجام گرفت تا در نهایت نمونه‌هایی به اندازه تقریبی ۱۰۰ کیلوگرم به دست آمده و عملیات جداسازی، توزین و تعیین درصد وزنی اجزا بر روی ۵۶ نمونه در طول یک سال انجام گرفت (۱۲).

تعیین درصد رطوبت اجزای تشکیل‌دهنده پسماند شهری اردبیل، پس از عملیات تعیین ترکیب پسماند و جداسازی آنها در ایستگاه انتقال و ارسال سریع آن به آزمایشگاه انجام شد. فرآیند خشک‌کردن اجزا در آون با دمای ۷۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت انجام گرفت تا از آب‌زدایی کامل نمونه‌ها اطمینان حاصل شده و از تبخیر بی‌مورد مواد فرار جلوگیری گردد. دمای بالاتر از ۷۷ درجه سانتی‌گراد باعث ذوب شدن برخی پلاستیک‌ها و به جاماندن مواد نامطلوب می‌گردد. روش تعیین ارزش حرارتی اجزای تشکیل‌دهنده پسماند شهری در ۲ حالت (بر پایه وزن ماده خشک و مرطوب) به روش محاسباتی (۴) تعیین گردید. آنالیز داده‌ها با نرم افزار SPSS و تجزیه و تحلیل آنها از طریق مقایسه داده‌ها با نتایج سایر مطالعات و رهنمودهای موجود انجام گرفت.

#### یافته‌ها

به استناد مطالعات انجام شده (۳، ۴)، منابع تولید پسماند شهری اردبیل به شرح جدول ۱ تعیین گردید. همچنین نتایج مشاهدات، تکمیل چک لیست توسط ۸۰ خانوار و مصاحبه با تولیدکنندگان پسماند سایر منابع تولید (غیرمسکونی) باعث شد که اجزای پسماند تولیدی و جمع‌آوری‌شده شهری اردبیل مطابق با جدول ۱ شناسایی و طبقه بندی گردند. در جدول ۲ میزان پسماند جمع‌آوری شده و محاسبه سرانه در

پسماند جمع‌آوری شده (درصد وزنی، رطوبت، و ارزش حرارتی اجزای پسماند)، منطقه شهری و فصل (پارامترهای تاثیرگذار بر روی کمیت و کیفیت پسماند)، متغیرهای مستقل این پژوهش تعیین شدند. برای جمع‌آوری اطلاعات اولیه در خصوص طبقه‌بندی منابع تولید پسماند شهری اردبیل از رهنمودهای ارائه شده استفاده گردید (۳). برای شناسایی و طبقه‌بندی انواع پسماند تولیدی از اطلاعات کتابخانه‌ای (۳)، مشاهده، تکمیل چک‌لیست توسط ۸۰ خانوار ساکن در مناطق ۴ گانه شهرداری اردبیل و مصاحبه با تولیدکنندگان پسماند سایر منابع تولید (غیرمسکونی) استفاده شد. میزان پسماند جمع‌آوری شده از طریق سنجش وزنی روزانه آن در طول یک سال (توزین در ایستگاه انتقال پسماند اردبیل) انجام گرفت. تخمین میزان پسماند تولیدی با استفاده از رهنمودهای ارائه شده (۳)، (۱۵-۴٪ پسماند تولیدی، جمع‌آوری نمی‌شود) انجام و در این پژوهش، این میزان ۱۰٪ در نظر گرفته شد.

تعیین سرانه بر پایه پسماند جمع‌آوری شده با استفاده از اطلاعات موجود (جمعیت، میزان پسماند جمع‌آوری شده) (۱۱)، انجام شد. همچنین سرانه بر پایه پسماند تولیدی با آمار جمعیت (۱۱)، و با استفاده از روش محاسباتی (۳) تعیین گردید. از آنجایی که بخش مسکونی و تجاری، عمده‌ترین بخش (بیش از ۷۰٪)، تولید پسماند شهری را تشکیل می‌دهد (۳)، لذا برای تکمیل اطلاعات مربوط به سرانه تولید، در طول یک سال میزان پسماند تولیدی ۸۰ خانوار ساکن در مناطق چهارگانه شهرداری اردبیل از طریق توزین به دست آمد و با روش محاسبه‌ای ذکر شده، مقایسه گردید. عملیات نمونه‌برداری از پسماند برای تعیین ترکیب اجزای تشکیل‌دهنده آن با استفاده از روش ارائه شده توسط انجمن آزمایش و مواد آمریکا (ASTM با کد 92-D5231) انجام گرفت، به طوری که در طول یک سال، در هر فصل به مدت یک هفته (هفته ششم هر فصل) از بین ماشین‌های حمل‌کننده

سال ۹۲-۹۳ ارائه شده است. در جدول ۵ میانگین درصد رطوبت، درصد وزنی و ارزش حرارتی اجزای تشکیل دهنده پسماند شهری اردبیل در سال ۹۲-۹۳ نشان داده شده است.

سال ۹۲-۹۳ نشان داده شده است. جدول ۳ سرانه تولید پسماند بخش مسکونی شهر اردبیل در سال ۹۲-۹۳ را نشان می‌دهد. همچنین در جدول ۴ تخمین میزان پسماند تولیدی و محاسبه سرانه در

جدول ۱. شناسایی و طبقه بندی اجزای پسماند تولیدی و جمع‌آوری شده شهری اردبیل و منابع تولید آن در سال ۹۲-۹۳

منابع تولید پسماند شهری اردبیل		اجزای پسماند تولیدی و جمع‌آوری شده	
پسماند شهری اردبیل	اجزای آلی	اجزای غیر آلی	اجزای ویژه و خطرناک
مسکونی، تجاری، سازمانی، ساخت و تخریب، خدمات شهری، تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب و خاکستر حاصل از زباله سوزی	پسماند غذایی و باغی، کاغذ، پلاستیک، لاستیک، منسوجات، چرم، چوب، مواد آلی متفرقه و غیر قابل بازیافت	شیشه، فلزات آهنی، فلزات غیر آهنی، سنگ، خاکستر و گردوخاک	تایر، باتری، لامپ، رنگ، بنزین، داروی قدیمی، سفیدکننده کلره، شیشه پاک کن، براق کننده کفش، تمیزکننده کاسه توالت، شامپو دارویی، ضدیخ، پاک کننده لاک ناخن، روغن ترمز، تینر، وسایل الکترونیکی، حشره کش و...

جدول ۲. میزان پسماند جمع‌آوری شده و محاسبه سرانه تولید پسماند شهری اردبیل در سال ۹۲-۹۳

سال	جمعیت	وزن پسماند جمع‌آوری شده (کیلوگرم در روز)	سرانه تولید (kg/cap. d)
۹۲-۹۳	۵۰۶۰۵۶	۲۸۳۹۱۸-۳۱۷۴۱۵	محدوده میانگین
			۰/۵۶-۰/۶۳ ۰/۶

جدول ۳. تعیین سرانه تولید پسماند بخش مسکونی شهر اردبیل در سال ۹۲-۹۳

سال	منطقه ۱ (kg/cap. d)	منطقه ۲ (kg/cap. d)	منطقه ۳ (kg/cap. d)	منطقه ۴ (kg/cap. d)	میانگین مناطق (kg/cap. d)
۹۲-۹۳	۰/۴-۰/۷	۰/۴-۰/۹	۰/۳۵-۱/۲	۰/۳۵-۰/۷	۰/۶۳

جدول ۴. تخمین میزان پسماند تولیدی و محاسبه سرانه تولید پسماند شهری اردبیل در سال ۹۲-۹۳

سال	جمعیت	تخمین وزن پسماند تولیدی (کیلوگرم در روز)*	سرانه تولید (kg/cap. d)
۹۲-۹۳	۵۰۶۰۵۶	۳۱۲۳۰۹/۸-۳۴۹۱۵۶/۵	محدوده میانگین
			۰/۶۶-۰/۶۹ ۰/۶۶

\* ۱۰٪ پسماند تولیدی جمع‌آوری نمی‌گردد.

جدول ۵. میانگین درصد رطوبت، درصد وزنی و ارزش حرارتی اجزای تشکیل دهنده پسماند شهری اردبیل در سال ۹۲-۹۳

اجزای پسماند *	میانگین درصد وزنی	میانگین درصد رطوبت	ارزش حرارتی بر پایه وزن ماده خشک (kj/kg)	کل ارزش حرارتی بر پایه وزن ماده مرطوب (kj)	کل ارزش حرارتی بر پایه وزن ماده خشک (kj)
پسماند غذایی و باغی	۵۹/۲۷	۶۵/۸۳	۴۶۵۲	۹۴۲۱۴/۹۰	۲۷۵۷۲۴/۰۴
کاغذ	۱۱/۱۵	۲۶/۲۷	۱۶۷۴۷/۲	۱۳۷۶۷۷	۱۸۶۷۳۱/۲۸
پلاستیک	۱۶/۲۲	۲۵/۰۹	۳۲۵۶۴	۳۹۵۶۶۵/۷۰	۵۲۸۱۸۸/۰۸
لاستیک	۰/۶۵	۹/۶۰	۲۳۲۶۰	۱۳۶۶۷/۵۸	۱۵۱۱۹
منسوجات	۵/۹۳	۱۹/۵۷	۱۷۴۴۵	۸۳۲۰۳/۹۱	۱۰۳۴۴۸/۸۵
چرم	۰/۳۷۵	۷/۰۲	۱۷۴۴۵	۶۰۸۲/۶۴	۶۵۴۱/۸۷۵
چوب	۲/۸۵	۳۰/۱۱	۱۸۶۰۸	۳۷۰۶۴/۶۲	۵۳۰۳۲/۸
شیشه	۱/۰۵	۱/۹۴	۱۳۹/۵۶	۱۴۳/۷۰	۱۴۶/۵۳۸
فلزات آهنی	۰/۳۶	۱۰/۹۸	۶۹۷/۸	۲۲۳/۶۳	۲۵۱/۲۰۸
فلزات غیر آهنی	۰/۱۰۵	۸/۷۶	۶۹۷/۸	۶۶/۸۵	۷۳/۲۷
سنگ، خاکستر و ...	۲/۰۴	۸/۴۳	۶۹۷۸	۱۳۰۳۵/۱۰	۱۴۲۳۵/۱۲
جمع	۱۰۰	-	-	۷۸۱۰۴۵/۶۳	۱۱۸۳۴۹۲/۰۶۱

\* مواد آلی متفرقه و اجزای ویژه و خطرناک، به دلیل پایین بودن درصد وزنی و خطرات زیست محیطی آنها در برآورد ارزش حرارتی کل محاسبه نشد.

## بحث

روش‌های تقسیم‌بندی منابع تولید پسماند متفاوت می‌باشد، به طوری که در قانون مدیریت پسماند جمهوری اسلامی ایران، پسماندها بر مبنای نوع پسماند طبقه‌بندی شده است (۱۳). در این مطالعه پسماند شهری، شامل همه منابع تولید پسماند در یک اجتماع (۸ منبع)، به استثنای پسماندهای صنعتی و کشاورزی بود (۳).

نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین سرانه تولید پسماند شهری اردبیل بر پایه میزان پسماند جمع‌آوری شده، ۰/۶ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز بود که با مطالعات انجام شده در شهرهای ایران مطابقت داشت (۱۶-۱۴). این سرانه برای شهرهای مختلف دنیا بسته به شرایط آن کشور و شهر از ۰/۲۵ تا ۲/۱۳ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز متغیر گزارش شده است (۷-۵، ۱). نتایج توزین پسماند بخش مسکونی (۸۰ خانوار) در این مطالعه، نشان داد که میانگین سرانه تولید پسماند در این بخش  $0.63 \text{ kg/cap.d}$  است. با وجود اینکه بخش مسکونی فقط تولیدکننده پسماند شهری نیست، اما میانگین سرانه تعیین‌شده در این مطالعه برای بخش مسکونی بیش از میانگین سرانه تعیین شده برای کل بخش‌های تولیدکننده پسماند شهری اردبیل ( $0.6 \text{ kg/cap.d}$ ) بود. علت این موضوع به عدم جمع‌آوری همه پسماند تولیدی، جداسازی، بازیابی و بازیافت پسماند قبل از رسیدن به ایستگاه انتقال، عدم تفکیک بخش مسکونی از تجاری به علت بافت شهری و... می‌باشد. در این مطالعه، سرانه تولید پسماند شهری  $0.66 \text{ kg/cap.d}$  محاسبه گردید و این سرانه نزدیک به سرانه تولید بر پایه جمع‌آوری بود و با نتایج مطالعات انجام شده در شهرهای ایران مطابقت داشت (۱۶-۱۴).

نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین درصد وزنی اجزای پسماند شهری اردبیل بر حسب نوع پسماند از ۰/۱۰۵ تا ۵۹/۲۷ متغیر بود. در این مطالعه بیشترین

درصد وزنی در بین اجزای پسماند مربوط به پسماند غذایی و باغی (۵۹/۲۷٪) بود که با نتایج سایر مطالعات در شهرهای مختلف ایران (۱۶-۱۴) مطابقت داشت. اما با نتایج شهرهای سایر کشورها تطابق نداشت. شرایط اقتصادی و اجتماعی جامعه، میزان بازیافت، الگوی زندگی، وجود قوانین و... علت‌های این عدم تطابق ذکر شده است (۲۰-۱۷). همچنین کمترین درصد وزنی در بین اجزای پسماند مربوط به فلزات غیرآهنی (۱۰۵/۰٪) بود که با نتایج سایر مطالعات در شهرهای مختلف ایران و (۱۶-۱۴) مطابقت داشت.

نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین درصد رطوبت اجزای پسماند شهری اردبیل بر حسب نوع پسماند در محدوده ۱/۹۴-۶۵/۸۳ قرار می‌گیرد. بیشترین درصد رطوبت، مربوط به پسماند غذایی و باغی (۶۵/۸۳٪) بود که با نتایج سایر مطالعات در شهرهای مختلف (۱۶-۱۴) مطابقت داشت. همچنین کمترین درصد رطوبت به شیشه (۱/۹۴٪) اختصاص داشت. درصد رطوبت اجزای غیرآلی در نتایج مطالعات شهرهای مختلف دنیا حاکی از پایین‌بودن آن در مقایسه با اجزای آلی دارد (۲۰-۱۷). میزان فشردگی پسماند، زمان ماند و شرایط آب و هوایی باعث انتقال رطوبت بین اجزای پسماند در موقع انتقال پسماندها به سطل و ماشین‌های جمع‌آوری می‌گردد (۴، ۳).

نتایج این تحقیق نشان داد که ارزش حرارتی اجزای پسماند شهری اردبیل بر پایه وزن مرطوب در محدوده ۳۹۵۶۶۵/۷۰-۶۶/۸۵ کیلوژول بود. میانگین ارزش حرارتی پسماند شهری اردبیل بر پایه وزن مرطوب،  $781.0 \text{ kJ/kg}$  بود. در بین اجزای آلی پسماند شهری اردبیل، بیشترین ارزش حرارتی مربوط به پلاستیک ( $395665.70 \text{ kJ}$ ) و کمترین آن به چرم ( $6082.64 \text{ kJ}$ ) اختصاص داشت. متفاوت بودن درصد وزنی و رطوبت پلاستیک در پسماند شهری کشورهای مختلف دنیا، باعث تفاوت در میزان ارزش حرارتی این جزء از پسماند شده است. از طرفی،

تولیدی توسط بقیه اجزا ( $18199 \text{kJ/kg}$ ) برای این فرآیند مناسب نیست.

#### اجزای قابل استفاده در صنایع تبدیلی

این اجزا قابلیت سوختن و کودسازی را ندارند. کاغذ، پلاستیک، لاستیک، چوب، شیشه و فلزات در این گروه قرار می‌گیرند. سهم این گروه تقریباً ۳۳٪ می‌باشد. این اجزا به عنوان ماده اولیه در صنایع تبدیلی مورد مصرف قرار می‌گیرند. لازم به توضیح است که گرچه نان جدا از پسماند شهری مدیریت می‌گردد، ولی زائدات آن می‌تواند در این گروه قرار گیرد.

#### اجزای دفن شدنی

اجزایی که در هیچ یک از گروه‌های قبل جای نمی‌گیرند و بایستی دفن گردند. درصد وزنی این گروه تقریباً ۹٪ می‌باشد. منسوجات، چرم، سنگ و خاکستر، پسماند ویژه و خطرناک، چینی، ملامین، کفش، مواد آلی متفرقه و غیر قابل بازیافت در این گروه قرار می‌گیرند.

#### نتیجه گیری

به غیر از اجزای دفن شدنی (۹٪)، بقیه اجزای طبقه‌بندی شده پتانسیل بالایی (۹۱٪) در بازیابی پسماند شهری اردبیل دارند. در بین اجزای دفن‌شدنی، منسوجات و چرم (۳/۶٪) در رده اجزای قابل استفاده در تولید انرژی هستند، لذا پتانسیل بازیابی پسماند شهری اردبیل ۹۷/۳٪ می‌باشد.

#### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل در سال ۱۳۹۳ با عنوان ارزیابی پتانسیل بازیابی پسماند جامد شهری اردبیل است که با حمایت آن دانشگاه انجام شده است.

نزدیکی درصد وزنی و رطوبت چرم در بین پسماند شهری کشورهای مختلف، این اختلاف را کم کرده است (۳،۴). اجزای غیرآلی پسماند شهری به دلیل ماهیت و پایین بودن درصد وزنی آنها در بین سایر اجزا، فاقد ارزش حرارتی برای تامین انرژی هستند (۳،۴). در بین اجزای غیرآلی پسماند شهری اردبیل، بیشترین ارزش حرارتی مربوط به سنگ و خاکستر ( $13035/10 \text{kJ}$ ) و کمترین آن به فلزات غیرآهنی ( $66/85 \text{kJ}$ ) اختصاص داشت. در حالت کلی، به دلیل متغیر بودن درصد وزنی و رطوبت اجزای غیرآلی پسماند شهری، تفاوت‌هایی در نتایج ارزش حرارتی این جزء در مطالعات مشاهده می‌گردد (۳،۴). در این مطالعه، ارزش حرارتی مواد آلی متفرقه و اجزای ویژه و خطرناک، به دلیل پایین بودن درصد وزنی و خطرات زیست محیطی در محاسبه ارزش نهایی پسماند شهری اردبیل دخالت داده نشد. نتایج آنالیزها (درصد وزنی، رطوبت و ارزش حرارتی) نشان داد که پسماند شهری اردبیل را می‌توان از لحاظ فرآیند بازیابی به انواع زیر طبقه بندی کرد:

#### اجزای قابل کودشدن

این اجزا شامل پسماند غذایی و باغی است که تقریباً ۶۰ درصد وزنی پسماند شهری اردبیل را به خود اختصاص می‌دهد.

#### اجزای قابل استفاده در تولید انرژی

تمام اجزای آلی پسماند شهری اردبیل (پسماند غذایی و باغی، کاغذ، پلاستیک، لاستیک، منسوجات، چرم، چوب، مواد آلی متفرقه) قابلیت اشتعال برای تامین انرژی را دارند. سهم این گروه در پسماند شهری اردبیل، تقریباً ۹۷٪ می‌باشد. مجموع ارزش حرارتی این پسماند، تقریباً  $7913 \text{kJ/kg}$  می‌باشد. اما در بین این اجزا، پسماند غذایی و باغی به لحاظ داشتن بیشترین درصد رطوبت و کمترین میزان انرژی تولیدی ( $1590 \text{kJ/kg}$ ) در مقایسه با انرژی

**References**

- 1- Guerrero LA, Maas G, Hogland W. Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Journal of Waste Management*, 2013;33:220-232.
- 2- Minghua Z, Xiumin F, Rovetta A, Qichang H, Vicentini F, Bingkai L, Giusti A, Yi L. Municipal solid waste management in Pudong New Area, China. *Journal of Waste Management*, 29(2009), pp. 1227-1233.
- 3-Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil SA. Integrated solid waste management: engineering principles and management issues. McGraw-Hill, 1993.pp: 22.
- 4- Worrell W, Vesilind A. Solid Waste Engineering, Second Edition. Cengage Learning. 2011.pp: 15-24.
- 5- United States Environmental Protection Agency (USEPA), Office of Solid Waste. Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States: Facts and Figures for 2011. May2013. Available from: URL: <http://epa.gov/wastes>. pp: 1-3.
- 6- Khongnakorn W, Sakulrat J. Solid Waste Characterization and Management Practices in Thakham Municipality, Thailand. The 6<sup>th</sup> PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, May 15-17, 2013. Paper No. T.7-3.1, pp. 1-3.
- 7- Alamgir M, Ahsan A. Municipal Solid Waste and Recovery Potential: Bangladesh Perspective. *Iran. J. Environ. Sci. Eng.* 2007;4(2):76-67.
- 8- Sadugh M. B, Jalili Ghazizadeh M, Pezeshk H, Jalili Ghazizadeh V. Evaluating the Recovery Potential of Solid Wastes. *Int. J. Environ. Res.* 2009; 3 (4): 681-690.
- 9- Pandyaswargo A. H, Onoda H, Nagata K. Energy Recovery Potential and Life Cycle Impact Assessment of Municipal Solid Waste Management Technologies in Asia Countries Using ELP Model. *Int. J. Energy and Environmental Engineering* 3: 28, 2012.
- 10- Zakir Hossain HM, Hasna Hossain Q, Udin Monir MD, Tofayal Ahmed MD. Municipal Solid Waste (MSW) as a Source of Renewable Energy in Bangladesh: Revisited. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 39, 2014, pp. 35-41.
- 11- Office of Information and Statistics of Ardebil Province. 2013. Available from: URL: <http://amar.ostan-ar.ir/>. (in Persian).
- 12- American Society for Testing and Materials (ASTM). Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste. Designation: D5231-92. Reapproved 2008).pp: 1-6.
- 13- Mehdizadeh S. The Study on Collection, Recycling and Disposal of Ardebil Municipal Solid Wastes Situation [dissertation]. Islamic Azad University Tehran Science & Research Branch; 2011.pp: 108.(in Persian).
- 14- Iranian Association of Environmental Health. Proceedings of the National Conference on Environmental Health. 2011 October-November. Available from: URL: <http://www.iaeh.ir/congress.ssu.ax.ir/congress/index.php/NCEH>. (in Persian).
- 15- Proceeding of the 6<sup>th</sup> National Congress on Waste Management. Mashad Waste Management Organization. 2012. Available from URL: [http://www.civilica.com/EnPaper--NCWM06\\_161.html](http://www.civilica.com/EnPaper--NCWM06_161.html). (in Persian).
- 16- Proceeding of the 1<sup>st</sup> International and 4<sup>th</sup> National Congress on Recycling of Organics Wastes in Agriculture. Islamic Azad University Khorasgan Branch. 2011. Available from URL: [http://www.civilica.com/EnPaper--NCRORRA04\\_031.html](http://www.civilica.com/EnPaper--NCRORRA04_031.html) (in Persian).
- 17- Kalanatarifard A, Yang GS. Identification of the Municipal Solid Waste Characteristics and Potential of Plastic Recovery at Bakri Landfill, Muar, Malaysia. *Journal of Sustainable Development*; Vol. 5, No. 7; 2012.pp. 11-17.
- 18- Ogwueleka TC. Municipal Solid Waste Characteristics and Management in Nigeria. *Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng.* , 2009, Vol. 6, No. 3, pp. 173-180.
- 19- Gidarakos E, Havas G, Ntzamilis. Municipal Solid Waste Composition Determination Supporting the Integrated Solid Waste Management System in the Island of Crete. *Waste Management*. 2006; 26 (6): 668-679.
- 20- Carboo D, Fobil JN. Physico-Chemical Analysis of Municipal Solid Waste (MSW) in the Accra Metropolis. *West African Journal of Applied Ecology*. 2005; 7:31-39.

# Evaluation of the Recovery Potential of Ardabil Municipal Wastes

Alipanah A<sup>1</sup>, Alighadri M<sup>2\*</sup>

1. Department of Environment, Ardebil Branch, Islamic Azad University, Ardebil, Iran.

2. Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Ardebil University of Medical Sciences, Ardebil, Iran.

\*Corresponding author. Tel: +989143515510 Fax: +984533721755 E-Mail: m.alighadri@arums.ac.ir

Received: Nov 12, 2014 Accepted: Feb 10, 2015

## ABSTRACT

**Background & objectives:** Recovering waste component is one of the USEPA integrated waste management strategies in order to reduce the quantity of waste generation. Since recycling process is not performed in Ardabil city, this study aimed to evaluate the recovery potential of Ardabil municipal wastes in 2014.

**Methods:** In this descriptive-analytical study, initial data (classification of production sources, identification and classification of waste components) were obtained from different sources (library information, observation, and checklist), and completed by the given guidelines and the calculations. Weight percentage of waste ingredients was determined using ASTM recommendation (56 sample- 100kg) for 4 seasons and the moisture content and heat value were determined by the computational and laboratory methods. Data were analyzed with SPSS software and compared with the results of other studies and guidelines.

**Results:** The production rate of Ardabil municipal wastes was estimated as 312-350 ton/day. Food and garden wastes had the highest weight percentage equal to 59.27% with the moisture content of 65.83% and non-ferrous metals had the lowest percentage equal to 0.1% with the moisture content of 8.76%. The weight percentages of other organic, inorganic, hazardous and special components were different. The heat value of 7810 kJ/kg was estimated for Ardabil municipal wastes (wet weight).

**Conclusion:** Ardabil municipal wastes have a high potential (97.3%) for recovery and can be divided into usable components in composting, energy production, conversion industries, and landfilling.

**Keywords:** Municipal Wastes; Recovery; Recycling; Ardebil.