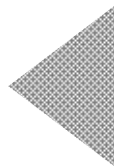


جنبه‌های اقتصادی فرآوری پسماندهای شهری با نگرشی بر کشورهای پیشروی جهان (مطالعه موردی: کلان شهر اراک)



رضا احمدی^۱

(تاریخ دریافت ۹۷/۹/۷ - تاریخ تصویب ۹۷/۱۲/۱۱)

چکیده

در پژوهش حاضر جنبه های اقتصادی بازیافت پسماندهای شهری به منظور تامین مواد اولیه، تولید کود کمپوست و انرژی، مطالعه شده است. در این راستا تحقیقات جامعی در مورد نحوه مدیریت پسماند در کشورهای پیشرفته صنعتی به عنوان الگوهای مناسب، جهت استفاده از دانش و تجربیات آنها و میزان درآمد اقتصادی حاصل از آن صورت گرفت؛ اطلاعات کاملی در مورد وضعیت موجود جمع آوری، نحوه تفکیک، بازیافت و دفع پسماندهای کلان شهر اراک، جمع آوری شده و با مسئولین مرتبط در حوزه شهرداری، حفاظت محیط زیست و پسماندهای شهر اراک ملاقات های حضوری و مصاحبه انجام شد. همچنین بازدیدهای میدانی از کارخانه فرآوری و محل دفع زباله های شهر اراک صورت گرفت. نتایج پژوهش نشان می دهند که بهترین کشورها در زمینه مدیریت پسماند، در غرب و شمال اروپا قرار دارند که کمتر از ۵ درصد زباله های خود را دفع می کنند. همچنین براساس آمارهای معتبر بین المللی، بیشترین درصد بازیافت زباله های شهری در حدود ۶۳ درصد مربوط به کشور اتریش است. در

۱- استادیار مهندسی معدن دانشکده مهندسی علوم زمین، دانشگاه صنعتی اراک R_ahmadi@arakut.ac.ir

مورد زباله های کلان شهر اراک نیز علیرغم آنکه حدود ۲۰ درصد از ابتدا قابل بازیافت و حدود ۷۰ درصد قابل تبدیل به کمپوست است، به دلیل عدم مدیریت درست پسماند، از مزیت اقتصادی بسیار ناچیزی برخوردار است. در حال حاضر درآمد اقتصادی مواد بازیافتی در کارخانه بازیافت زباله شامل ظروف فلزی، پلاستیک ها و بطری های پلاستیکی، پسماندهای کاغذی و کارتن ها ناچیز و دارای صرفه اقتصادی چندانی نبوده و تنها هزینه های جاری مرکز دفن زباله را پوشش می دهد.

واژگان کلیدی: مدیریت پسماند، بازیافت، اقتصاد، کلان شهر اراک

۱- مقدمه

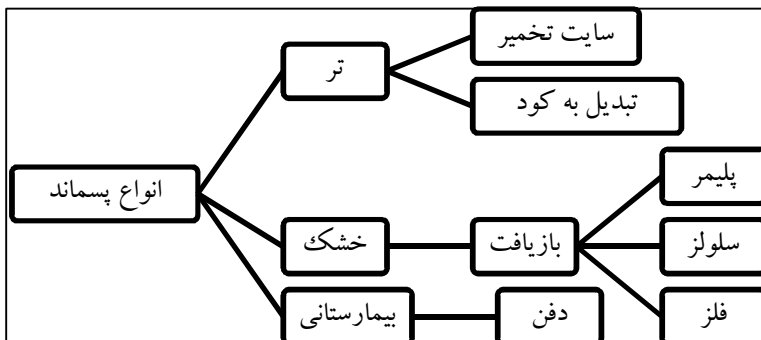
به مواد زائد حاصل از فعالیت های انسان به طور مستقیم و یا غیرمستقیم در بخش های صنعتی، تجاری، کشاورزی و شهری که وارد محیط زیست می شود، پسماند (زباله) گفته می شود. اغلب پسماندها می توانند به مواد خام و یا سایر محصولات دیگر تبدیل شده و مورد استفاده مجدد قرار گیرند که به این عملیات بازیافت می گویند. زباله ها بطور کلی مطابق شکل ۱ به سه دسته پسماند خشک، پسماند تر و زباله بیمارستانی تقسیم می شوند و سازوکار مدیریت آنها نیز در شکل نشان داده شده است. پسماندهای خشک به ویژه کاغذ، مقوا، پلاستیک، فلزات و شیشه از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار بوده و در صورت تفکیک، در واحدها و کارخانجات بازیافت به محصولاتی با کاربردهای مشابه و یا جدید تبدیل می شوند تا از اتلاف منابع و سرمایه های ملی جلوگیری به عمل آید. پسماند تر که به آن پسماند آلی، ارگانیک یا فسادپذیر نیز می گویند، شامل پسماندهای مواد غذایی است که به دلیل قابلیت تهیه کود (کمپوست)^۱ از آن اهمیت به سزایی برخوردار بوده و برای حاصل خیزی خاک کشاورزی استفاده می شود.

بازیافت زباله سه فایده مهم و اساسی دارد. به کمک بازیافت در مصرف منابع طبیعی صرفه جویی می شود، زیرا به جای استفاده از مواد خام برای تولید محصولات نو، از مواد بازیافتی استفاده می شود. موجب صرفه جویی در مصرف انرژی می شود؛ البته برای بازیافت مواد زائد هم نیاز به مقداری انرژی است اما انرژی لازم برای بازیافت زباله، خیلی کمتر از انرژی مورد نیاز برای تولید

محصولات جدید از مواد خام است. سومین فایده بازیافت، نیاز به فضای کمتر برای دفن زباله هاست. بازیافت موجب کاهش آلودگی حاصل از دستگاه‌های زباله‌سوز، زباله‌دان‌ها و معادن می‌شود. در ضمن پسماند کمتری دفن یا سوزانده شده و مواد خام کمتری از دل خاک بیرون کشیده می‌شود. این روش به زیبایی شهرها و محیط اطراف آنها نیز کمک می‌کند.

امروزه پسماند در بسیاری از کشورهای پیشرفته جهان به عنوان یک صنعت مطرح بوده و شیوه‌های نوین برای استفاده درست از آن با بهره‌گیری از دستگاه‌های زباله‌سوز، تولید برق، کمپوست و روش پلاσμα به کار گرفته می‌شود تا پسماندهای کثیف به مزیتی برای درآمدزایی تبدیل شوند. روش‌های معمول برای دفع زباله شامل بازیافت، سوزاندن، دفن بهداشتی و تهیه کمپوست با استفاده از سیستم‌های سنتی، نیمه صنعتی و مدل‌های پیشرفته هوازی و غیرهوازی است. در برخی از کشورهای پیشرفته با استفاده از دستگاه‌های بسیار پیشرفته سوزاندن زباله، مقدار قابل توجهی از برق مورد نیاز دستگاه‌های گرمازا را تامین می‌کنند. معمولاً دفع پسماندها به روش‌های دفن زباله و سوزاندن، مشکلات زیست‌محیطی را به همراه دارد و استفاده از روش تولید کمپوست، اقتصادی‌تر از روش‌های یاد شده است (<http://isfahan.ir>); (<http://www.vermicompost1.ir>).

شکل شماره (۱) - انواع پسماندها و فرآیند تفکیک و بازیافت آنها



امروزه تولید انبوه زباله از مشکلات دنیای مدرن است. سالانه میلیاردها دلار در جهان صرف تولید کاغذ، پلاستیک، قوطی‌های فلزی و غیره می‌شود که با یک بار مصرف، تبدیل به زباله شده و دور ریخته می‌شوند. میلیاردها دلار نیز صرف جمع‌آوری و از بین بردن این زباله‌ها

می گردد که در هر صورت ضایعاتی را به محیط زیست وارد می کنند. در حالی که بیشتر این مواد قابل بازیافت اند و با سرمایه گذاری مناسب برای بازیافت آن ها، نه تنها می توان از خسارت های بیشتر به محیط زیست و آلوده سازی آن جلوگیری کرد، بلکه میزان نیاز انسان به مواد اولیه (چوب و الوار جنگل ها، منابع فلزی، غیرفلزی زیرزمینی و غیره) و برداشت از ذخایر طبیعی و معدنی را کاهش داد.

کشورهای صنعتی به واسطه تولید و مصرف کالا دارای بالاترین نرخ تولید زباله هستند اما آنها راه حل این مشکل را نیز یافته اند و به همان اندازه که تولید می کنند، ضایعات ایجاد شده را بار دیگر بازیافت نموده و در فرآیند تولید بکار می گیرند. کشورهای پیشرفته صنعتی با سرمایه گذاری مناسب برای بازیافت انواع زباله ها شامل فلزات، مواد پلاستیکی، چوب، کاغذ و غیره و آموزش همگانی برای جداسازی زباله ها از مبدأ (منزل، مدارس، اداری، تولیدی، صنعتی، خدماتی و غیره) قادرند که از زباله های جمع آوری شده برای تولیدات جدید استفاده کنند و از بروز خسارت بیشتر به محیط زیست (برداشت از منابع طبیعی و دفن زباله ها) تا حدودی جلوگیری نمایند. اما در کشورهای در حال توسعه وضعیت چنین نیست. نه تنها سرمایه گذاری های قابل توجهی برای راه اندازی صنایع بازیافت صورت نگرفته، بلکه فرهنگ عمومی برای جداسازی زباله ها نیز شکل نگرفته است.

بهینه سازی مصرف انرژی های فسیلی، ایجاد سیستم های درست جمع آوری، راه اندازی صنایع بازیافت و دفع بهداشتی پسماند از شیوه های متداول و متعادل در جهان برای جلوگیری از آلودگی محیط زیست و استفاده اقتصادی از پسماندها می باشند. همین زباله ای که روزی چند کیلوگرم در هر خانه تولید می شود، اگر به درستی مدیریت شود، هرچند به ظاهر ارتباطی با اقتصاد خانواده پیدا نمی کند، ولی به جهت اهداف کلانی که در پس آن نهفته است، سود آن به خانواده ها نیز بازمی گردد. با تفکیک پسماندها و بازیافت آن، ضمن کاهش آلودگی های محیط زیست و جلوگیری از تهی سازی منابع طبیعی و منابع خام کشور، در زمینه جمع آوری زباله، بازیافت و تولید مجدد محصولات از آن اشتغال زایی هم فراهم شده و کمک شایانی به اقتصاد کشور خواهد شد. بازیافت برخی زباله های خاص صرفه جویی های قابل توجهی را به همراه دارند. نتایج یک پژوهش نشان می دهد که آلومینیوم ۹۵٪ صرفه جویی در انرژی و ۹۵٪ کاهش آلودگی ناشی از تولید، مقوای کارتن ۲۴٪ صرفه جویی در انرژی، شیشه ۵٪ تا ۳۰٪

صرفه جویی در انرژی و ۲۰٪ کاهش آلودگی ناشی از تولید، کاغذ ۴۰٪ صرفه جویی در انرژی و ۷۳٪ کاهش آلودگی ناشی از تولید، پلاستیک ۷۰٪ صرفه جویی در انرژی و فولاد ۶۰٪ صرفه جویی در انرژی را به همراه دارند (<http://diyarmirza.ir>).

در پژوهش حاضر جنبه های اقتصادی بازیافت زباله ها مورد بررسی قرار می گیرد. برای این منظور عواید اقتصادی ناشی از بازیافت زباله در کشورهای پیشرفته صنعتی و شیوه عملکرد آنها در زمینه مدیریت پسماندها به عنوان الگوهای مناسب، بررسی می شود. در نهایت نیز وضعیت موجود جمع آوری، تفکیک و بازیافت پسماندهای کلان شهر اراک به عنوان یک شهر صنعتی کشور مورد بررسی قرار می گیرد و راهکارهایی جهت بهبود وضعیت موجود ارائه می شود.

در ارتباط با موضوع پژوهش، تحقیقاتی صورت گرفته که به برخی از مهم ترین آنها اشاره می شود. در بیانیه دپارتمان بهداشت و کنترل محیط زیست آمریکا^۱ به سودآوری صنعت بازیافت در کالیفرنیا جنوبی و اشتغال بیش از ۱۵۰۰۰ نفر با ارزش تولید ۱/۵ میلیارد دلار در سال، اشاره شده است (U.S. Energy Information Administration, 2011). در نتیجه یک پژوهش در سال ۲۰۱۱ میلادی، جایگاه ایران با ۰/۸ درصد بازیافت، ۷/۲ درصد تولید کمپوست و ۹۲ درصد دفن، تفاوت قابل ملاحظه ای با کشورهای پیشرفته نشان داد (Karami et al., 2011: 8/12-20). فرزادکیا و همکاران با بررسی تفکیک فیزیکی زباله های شهر مشهد، اجزای خشک موجود در پسماندهای این شهر را براساس درصد وزنی به صورت کاغذ (۲/۵۳)، پلاستیک (۶/۷۶)، فلزات (۱/۸۴)، مقوا (۲/۵۴)، ظرف یکبار مصرف فلزی (۰/۳۳)، شیشه (۱/۷۷) و پت (۰/۲۹) گزارش کردند (Farzadkia et al., 2012: 30/106-112). نوروزیان باغانی و همکاران (۱۳۹۴) یک مطالعه توصیفی-مقطعی را در سال های ۱۳۹۰-۱۳۹۱ در شهر شیراز انجام دادند. آنها 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 را به ترتیب ۲۳، ۱۲، ۸، ۲/۵، ۸، ۱۳، ۱۳، ۱۱ و ۱۲ درصد به دست آوردند که بهره اقتصادی حاصل از بازیافت در شرایط موجود را نسبتاً مطلوب و به ترتیب ۱۱۵۲۷، ۳۹۸۶۹ و ۶۳۷۹۱ میلیون ریال در سال محاسبه کردند (نوروزیان باغانی و

۲- تاریخچه بازیافت پسماند در ایران

سازمان مدیریت پسماند شهرداری های ایران همه ساله هزینه های هنگفتی را برای جمع آوری و انباشت آن در نقطه ای که آن هم آثار و تبعات زیست محیطی دارد، صرف می کنند. در کشور ایران روزانه حدود ۵۰ هزار تن زباله تولید می شود، ولی کمتر از ۱۰ درصد آن بازیافت می گردد. دفن کردن و سوزاندن زباله ها از راهکارهایی است که در ایران صورت می گیرد. بطور کلی بازیافت در ایران سابقه ای نزدیک به ۶۰ سال دارد؛ زمانی که اولین کارخانه کود آلی در سال ۱۳۳۷ در اصفهان ساخته شد. چند سال بعد انگلیسی ها یک کارخانه کمپوست در صالح آباد تهران تاسیس کردند. این کارخانه در سال ۱۳۶۳ تعطیل شد اما با تغییراتی که سازمان بازیافت تهران در آن ایجاد کرد، پس از مدتی بار دیگر آغاز به کار کرد (<http://www.donya-e-eqtesad.com>).

کارخانه کمپوست اصفهان نیز در سال ۱۳۴۸ به واسطه عدم رعایت اصول بهداشتی تعطیل شد اما کارخانه جدیدی در سال ۱۳۶۸ جایگزین آن شد (<http://www.donya-e-eqtesad.com>). کارخانه بازیافت و تولید کمپوست در شهر کرمانشاه در سال ۱۳۷۷ با مشارکت شهرداری و بخش خصوصی تاسیس شد. شروع اجرای طرح در سال ۱۳۸۰ بود که طرح فرآوری پسماند به روش کاهش حجم فیزیکی- بیولوژیکی، در یک سوله ۳۰ متری با ۴ دستگاه و برای ۲۵۰ تن زباله در روز، اجرایی شد. در نهایت محصول نهایی کارخانه برای کشاورزان و همچنین کارخانه تولید سیمان ارسال می شود. خوراک حال حاضر کارخانه بازیافت کرمانشاه حدود ۲۰۰ هزار تن در سال است که با احتساب جداسازی ۱۰ درصد زباله قابل بازیافت و همچنین جداسازی مواد دارای ارزش حرارتی در کارخانه، شامل حدود ۱۳۰ هزار تن یعنی ۶۸ درصد زباله حاصل از مواد غذایی می شود و حدود ۵۰ هزار تن در سال کود تولید می شود. فارغ از تولید کمپوست و جلوگیری از آلودگی زیست محیطی، کارخانه بازیافت زباله دستاوردهایی را به همراه داشته که می توان به مواردی همانند ایجاد اشتغال برای ۱۴۰ نفر در محل کارخانه، ایجاد اشتغال برای ۷۵۰ نفر در بخش جمع آوری پسماند و آموزش خانوارها، تولید سه محصول قابل فروش از زباله شامل کود کمپوست و بیوکمپوست (مطابق با

استانداردهای کود کمپوست)، پسماندهای قابل اشتعال^۱ (RDF)، تامین ۲۰ الی ۲۵ درصد از سوخت کارخانه سیمان شهر، پسماندهای خشک بازیافتی و تصفیه بخشی از شیرابه فاضلابی اشاره کرد (<http://www.donya-e-eqtasad.com>).

در گیلان نیز یک کارخانه در منطقه لاکان رشت با ظرفیت ۵۰۰ تن فعالیت می کند و در کنار آن یک کارخانه نیمه فعال در خمیران بندرانزلی وجود دارد که فرآیند بازیافت در آنها به صورت دستی است و از این جهت نتوانسته اند خود را با تکنولوژی های جدید تطبیق دهند. طرح احداث کارخانه کمپوست کهریزک نیز در سال ۱۳۷۲ با دو واحد ۱۰۰۰ تنی در یک مجموعه در دستور کار شهرداری تهران قرار گرفت. این کارخانه علاوه بر تولید کمپوست روزانه می تواند حدود ۳۰ تن از اقلامی همانند کاغذ، مقوا، پلاستیک و انواع مصنوعات فلزی را جداسازی و آماده بازیافت کند (<http://www.donya-e-eqtasad.com>).

روزانه حدود ۴۸۰۰۰ تن پسماند شهری و روستایی و بیش از ۸۰۰۰ تن پسماند صنعتی و سالانه حدود ۱۷۰ میلیون تن پسماند عادی کشاورزی در کشور تولید می شود که در حال حاضر بازیافت پسماندهای عادی کمتر از ۲۰ درصد است (<http://www.farsnews.com>). با توجه به روند پیشرفت علم و تکنولوژی در کشور، هم اکنون بخش بزرگی از پسماندهای عادی، قابلیت تفکیک یا بازیافت و استفاده مجدد در چرخه اقتصاد و تولید کشور را دارند. فقط در بخش پسماندهای عادی شهری و روستایی اگر تفکیک زباله ها به صورت صحیح و کامل انجام شود، با توجه به ترکیب این پسماندها که حدود ۷۰٪ آن مواد آلی، ۸٪ درصد کاغذ، ۴٪ درصد پلاستیک، ۴٪ درصد شیشه، ۲٪ درصد فلز و مابقی آن سایر مواد می باشد، از ۴۸۰۰۰ تن پسماند عادی شهری و روستایی و توان تولید ۳۳٪ تن در روز کود کمپوست مرغوب، ۴۱۷۶ تن در روز کاغذ، ۲۲۵۶ تن در روز پلاستیک، ۱۹۶۸ تن در روز شیشه و ۱۲۹۶ تن در روز فلز جهت بازیافت به دست می آید که این امر از نظر اقتصادی و زیست محیطی بسیار ارزشمند و قابل توجه می باشد (<http://www.farsnews.com>).

گام نخست در مدیریت پسماند، جلوگیری از ازدیاد تولید زباله، نحوه درست جمع آوری و تفکیک در مبدا می باشد. بطور کلی براساس تجربه کشورهای پیشرو در زمینه مدیریت پسماند، با

انجام عملیات تفکیک از مبدأ حدود ۵۰ درصد از هزینه های جمع آوری و حدود ۹۰ درصد از هزینه های دفن، کاهش خواهد یافت (<http://isfahan.ir>؛ فرزاد کیا و همکاران، ۱۳۸۷: ۳). گام بعد تلاش در جهت فرآوری و بازیافت زباله به منظور استفاده اقتصادی حداکثری و بهره وری از طریق تولید کمپوست و به حداقل رساندن میزان زباله دفعی است. گام نهایی نیز دفع و دفن درست زباله باقی مانده از مرحله فرآوری یا زباله های غیرقابل بازیافت است. در حال حاضر در ایران حدود ۸۰ درصد کل مخارج مدیریت پسماندها، مربوط به جمع آوری است که حدود ۶۰ درصد از آن صرف حقوق و دستمزد کارگران می شود. اهمیت این موضوع از آن جهت است که بهبود اندکی در عملیات جمع آوری می تواند تاثیر قابل ملاحظه ای در صرفه جویی هزینه های کل داشته باشد.

۳- روش‌شناسی پژوهش

برای دست یابی به اهداف پژوهش، تحقیقات جامع و کاملی در مورد نحوه مدیریت پسماند در کشورهای پیشرفته صنعتی و میزان درآمد اقتصادی حاصل از این کار صورت گرفت؛ اطلاعات جامعی در مورد وضعیت زباله های شهری، نحوه جمع آوری، تفکیک، بازیافت و دفع زباله های کلان شهر اراک، جمع آوری شده و با مسئولین مرتبط با حوزه منابع طبیعی، محیط زیست و پسماندهای شهر اراک از جمله رئیس سازمان مدیریت پسماند شهرداری اراک، رئیس اداره کل حفاظت محیط زیست استان مرکزی، رئیس کارخانه بازیافت پسماند شهر اراک و تعداد ۱۱ نفر از کارکنان سازمان مدیریت پسماند شهرداری، اداره کل حفاظت محیط زیست و کارخانه بازیافت پسماند و محل دفع زباله های شهر اراک ملاقات های حضوری و مصاحبه انجام شد. همچنین بازدیدهای میدانی از کارخانه فرآوری و محل دفع زباله های شهر اراک انجام گرفت.

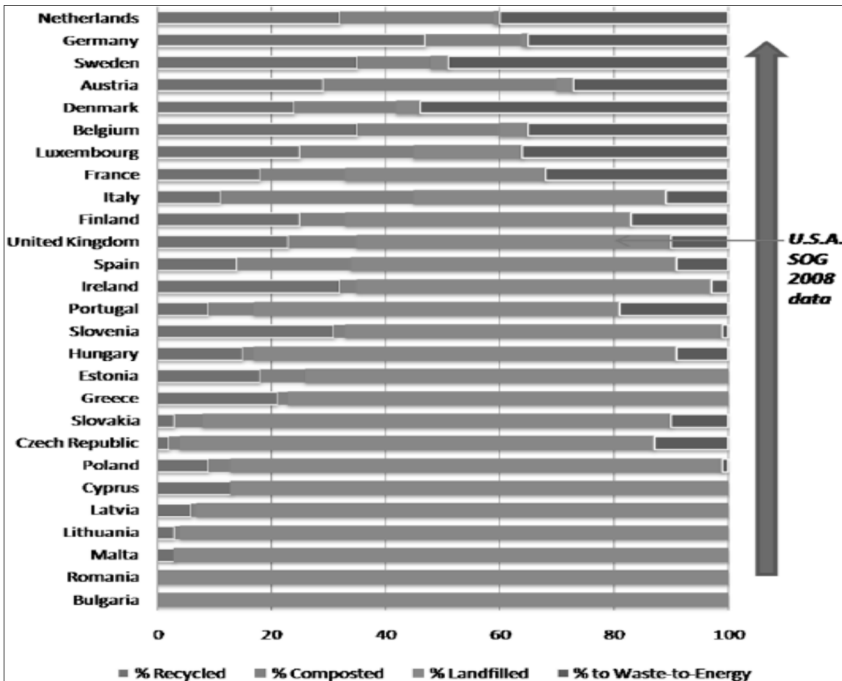
۳-۱- عملکرد کشورهای پیشرو در زمینه مدیریت پسماند

در این بخش نحوه عملکرد کشورهای پیشرفته صنعتی و پیشرو در زمینه مدیریت پسماند به عنوان الگوهای مناسب جوامع بشری در جهان، مورد بررسی قرار می گیرد تا از دانش و تجربیات آنها در زمینه بهبود وضع موجود و مدیریت اصولی پسماندهای کشور، الگوبرداری و بهره گیری

شود. مرکز مهندسی زمین^۱ (EEC) دانشگاه کلمبیا مفهوم "نردبان مدیریت زباله‌های پایدار" کشورهای اروپایی در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۵ را مطابق شکل ۲ معرفی کرده است که در آن کشورها براساس افزایش میزان بازیافت، تولید کمپوست، تبدیل به انرژی و کاهش میزان دفن زباله می‌توانند در پله‌های بالاتری قرار گیرند. در سال ۲۰۱۲ نیز اتحادیه اروپا کشورهای اروپایی را در زمینه کیفیت ضایعات، مورد ارزیابی قرار داد. براساس این سنجش و مطابق شکل ۲ بهترین کشورها در زمینه مدیریت پسماند، در غرب و شمال اروپا قرار دارند که کمتر از ۵ درصد زباله‌های خود را دفع می‌کنند. هلند، آلمان و سوئد در صدر این کشورها هستند؛ سپس اتریش، دانمارک و بلژیک دفن زباله مفیدی دارند. روند رفتار با پسماند شهری در کشورهای اروپایی طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ میلادی نیز در شکل ۳ نشان داده شده است. مطابق این شکل مقدار دفع زباله از ۵۶٪ در سال ۲۰۰۱ به ۲۶٪ در سال ۲۰۱۵ کاهش یافته که روند نزولی ۳۰ درصدی را نشان می‌دهد. همچنین در طول این دوره، تبدیل زباله به انرژی، از روند افزایشی ۱۱ درصدی و بازیافت، از روند افزایشی ۱۸ درصدی برخوردار بوده است. در شکل ۴ نمودار نردبانی مدیریت پایدار زباله کل جهان در سال ۲۰۱۷ نشان داده شده است. مطابق این شکل کشورهای پیشرو در زمینه بازیافت پسماند و تولید کود کمپوست در جهان عبارتند از آلمان، سنگاپور، اتریش، بلژیک، سوئیس، هنگ‌کنگ، هلند و سوئد که بیش از ۵۰ درصد زباله‌های تولیدی خود را بازیافت می‌نمایند. در این بین کشورهای ژاپن، دانمارک، نروژ و فنلاند نیز در زمینه تبدیل زباله به انرژی، پیشرو هستند (www.pwut.ac.ir). به‌طور کلی کشورهای پیشرو جهان از نظر توسعه برنامه‌های بازیافت را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد: آمریکا، سوئیس و ژاپن در رتبه اول، سوئد، هلند، آلمان، اسپانیا و کانادا در رتبه دوم و ایتالیا، فرانسه و انگلستان در رتبه سوم. براساس آمارهای معتبر بین‌المللی، بطور کلی بیشترین درصد بازیافت از زباله‌های شهری حدود ۶۳ درصد مربوط به کشور اتریش است. بازیافت در آلمان ۶۲ درصد، تایوان ۶۰ درصد، سنگاپور ۵۹ درصد، کره جنوبی ۴۹ درصد، بریتانیا ۳۹ درصد، ایتالیا ۳۶ درصد، فرانسه ۳۵ درصد، آمریکا ۲۸ درصد، سوئیس حدود ۲۲ درصد، هلند حدود ۱۶ درصد، اسپانیا ۱۴ درصد و کانادا ۱۰ درصد می‌باشد (<https://asemandaily.ir/post/3186>).

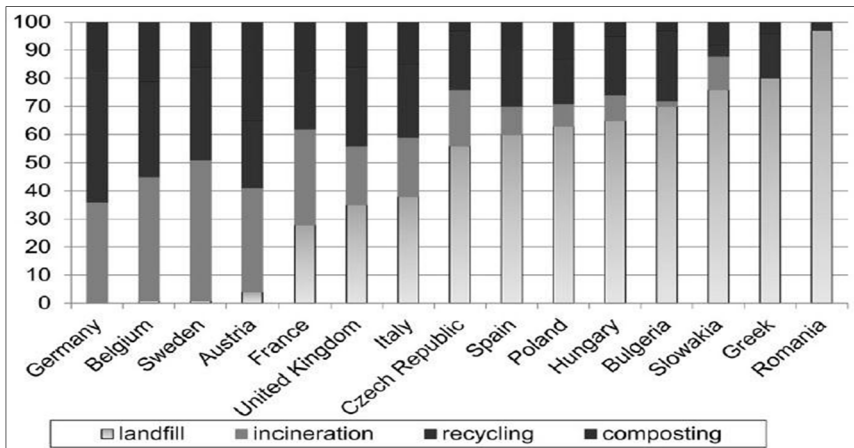
در توزیع جهانی تخمین زباله‌های جمع‌آوری شده پس از بازیافت، حدود ۲۳۰ میلیون تن از زباله‌ها به انرژی تبدیل شده‌اند، ۲۵۰ میلیون تن زباله در حالی که بخشی از آنها بازیابی شده، دفن گردیده‌اند و ۸۰۰ میلیون تن که بخش اعظم آن را کشورهای آسیایی تشکیل می‌دهند، بدون بازیافت دفن شده‌اند. به طور متوسط برای هر ۱۰ تن دفن زباله یک مجتمع مسکونی، بطور تخمینی یک متر مربع زمین برای دفن مناسب (بهداشتی) زباله MSW برای همیشه استفاده می‌شود. هدف‌گذاری جهانی برای سال ۲۰۳۰ میلادی آن است که بیش از ۱۰ درصد زباله‌های شهری دفع نشوند و ۶۵ درصد زباله‌های شهری مجدداً مورد استفاده قرار گیرند و بازیافت شوند (IP/G/STOA/FWC/2013-001/LOT 3/C3, 2017). در ادامه وضعیت بعضی از کشورهای پیشروی جهان در زمینه مدیریت پسماند به اختصار مورد بررسی قرار می‌گیرد.

شکل شماره (۲) - الف) نردبان مدیریت پایدار زباله کشورهای اروپایی در سال ۲۰۰۸



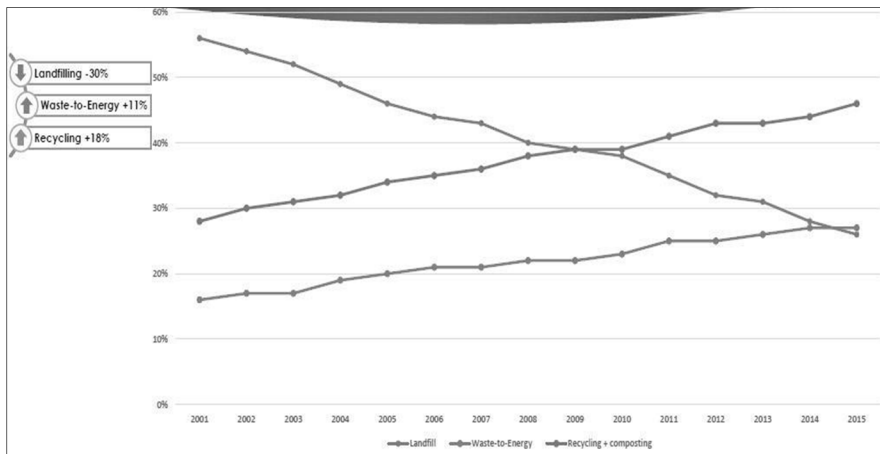
(Themelis & Mussche, 2013; <http://www.seas.columbia.edu>)

شکل شماره (۲) - ب) وضعیت رفتار با زباله جامد شهری در برخی کشورهای اروپایی در سال ۲۰۱۵



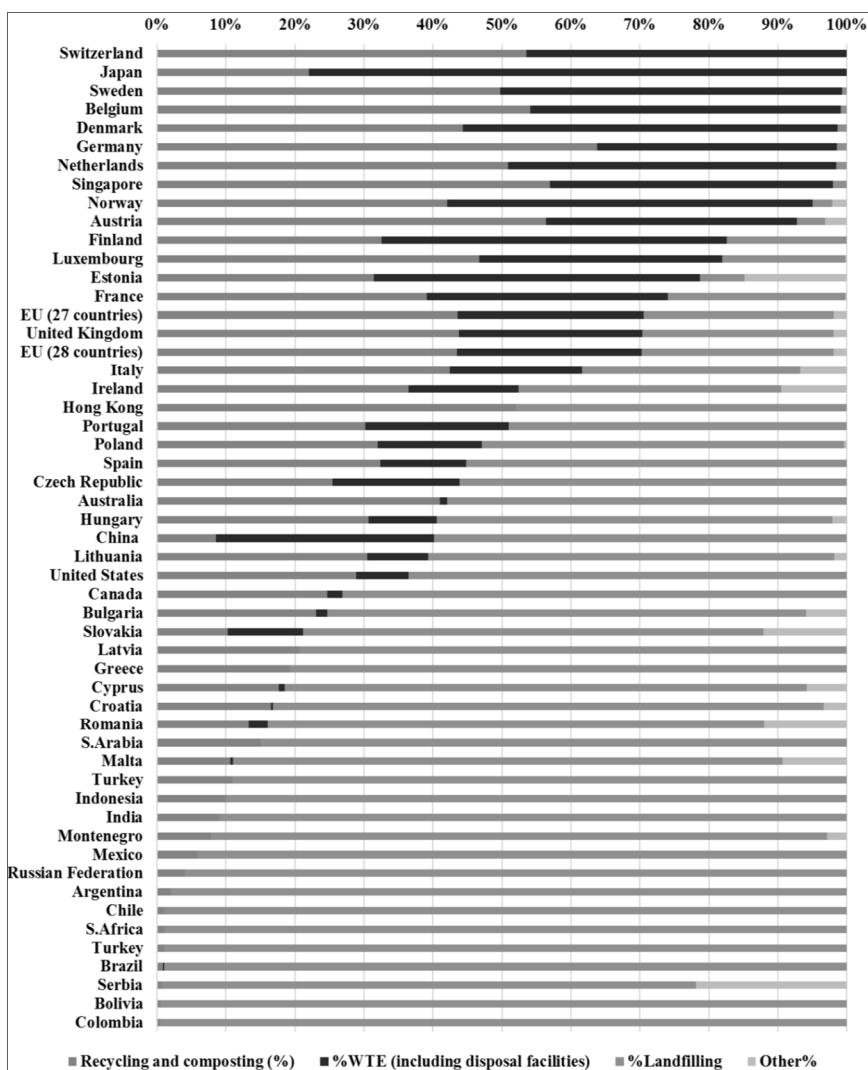
(Nelles et al., 2016: 35/6-14) (EuroStat 2015)

شکل شماره (۳) - روند رفتار با پسماند شهری در کشورهای اروپایی طی سال های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵



(EUROSTAT, 2017)

شکل شماره (۴) - نردبان مدیریت پایدار زباله کشورهای مختلف جهان در سال ۲۰۱۷



(Themelis, 2017).

۳-۱-۱- مدیریت پسماند در هلند

در هلند هر فرد حدود ۱/۵ کیلوگرم در روز و حدود ۵۰۰ کیلوگرم در سال زباله تولید می کند که این مقدار برای کل کشور، حدود ۲۴ استادیوم فوتبال را پر می کند [۱۹]. حدود ۷۸ درصد از زباله های این کشور، بازیافت و ۱۹ درصد سوزانده می شود. فقط ۳ درصد زباله ها به محل دفن

می‌رود که این آمار در مقایسه با میانگین دفن ۴۰ درصدی زباله‌ها در اتحادیه اروپا نشان‌دهنده تعهد کشور هلند نسبت به امر بازیافت است و کارایی خوب در بخش‌های شرکتی مدیریت ضایعات را نشان می‌دهد (Mansveld, 2015). هلند از جمله کشورهایی است که اتحادیه اروپا از روش‌های مدیریت زباله به‌ویژه بازیافت آن، استفاده می‌کند.

دلایل متعددی برای موفقیت هلند در زمینه کم کردن میزان زباله‌های دفنی وجود دارد که اولین عامل و شاید مهم‌تر از همه، همکاری نزدیک بین صنعت و مقامات محلی، حکومتی و ملی است. وضع قوانین و برنامه مدیریت زباله‌های ملی که به وضوح مشخص شده‌اند نیز از دیگر دلایل موفقیت هلند در امر پسماند است. هدف مهم دیگر افزایش درصد بازیافت زباله‌های خانگی است که ۵۰ تا ۶۵ درصد می‌باشد.

۳-۱-۲- مدیریت پسماند در اسپانیا

اسپانیا کشوری نیمه صنعتی با نرخ بالای شهرنشینی و سرانه تولید ۱/۱ کیلوگرم پسماند به ازای هر نفر در روز است (www.pwut.ac.ir). در سال ۲۰۰۲ برای دفع هر تن پسماند به طور میانگین ۱۱۰ دلار در شهر بارسلون هزینه شده است. در سال ۲۰۰۶ میانگین هزینه دفع پسماندها در اسپانیا به کمتر از ۹۰ دلار در هر تن کاهش یافته است. در این کشور همچنین برنامه‌های کاهش پسماند نیز به صورت جدی پیگیری شد و به اجرا درآمد به گونه‌ای که در سال ۲۰۰۵ حدود ۹۴ درصد از زایدات و نخاله‌های ساختمانی، مورد استفاده مجدد قرار گرفت (www.pwut.ac.ir). در سال ۲۰۰۵ از دفع حدود ۹۴ درصد زایدات ساختمانی، ۹۲ درصد قراضه‌های آهنی، ۵۱ درصد زایدات کشاورزی و ۷ درصد زایدات غذایی جلوگیری شده است. اسپانیا در سال ۲۰۰۵ از چهار واحد پسماندسوز جمعاً ۹۳۸۲۸۴ مگاوات ساعت برق به دست آورد. اسپانیا با یکپارچه‌سازی استراتژی‌های خود توانسته میزان بازیافت پسماندها را از رقم ۴۰ درصد در سال ۲۰۰۰ به ۴۹ درصد در سال ۲۰۰۵ رسانده و روند افزایش تولید پسماندها را نیز تا حدودی متوقف نماید (www.pwut.ac.ir).

۳-۱-۳- مدیریت پسماند در فرانسه

فرانسه با تصویب قانون مدیریت پسماند در دهه ۸۰ یکی از پیشگامان مدیریت نوین پسماند در دنیا به شمار می‌آید. شهرداری پاریس در سال ۲۰۰۵ اعلام کرد که هر فرانسوی به طور میانگین

روزانه ۹۴۰ گرم پسماند تولید می‌کند. در سال ۲۰۰۳ توسط شهرداری پاریس هزینه جمع‌آوری هر کیلوگرم پسماند حدود ۱۱ یورو برآورد شد که در سال ۲۰۰۵ توانسته هزینه‌های جمع‌آوری به ازای هر کیلوگرم را به ۶ یورو برساند (www.pwut.ac.ir).

در سال ۲۰۱۰ فرانسه حدود ۴۸/۷ میلیون تن زباله‌های جامد شهری^۱ (MSW) تولید کرد (سرانه ۰/۷۴ تن) که دفع زباله بیش از ۴۰ درصد و سوزاندن حدود ۲۸ درصد را به خود اختصاص می‌دهند. البته دفع زباله از ۴۸ درصد در سال ۲۰۰۶ به ۴۰ درصد در سال ۲۰۱۰ (۱۹/۶ میلیون تن) کاهش یافته است (www.pwut.ac.ir). گرچه میزان دفن زباله حدود ۴۰ درصد می‌باشد اما ۵۹ درصد برای تبدیل زباله به انرژی، میزان مطلوبی است. بازیابی انرژی از زباله‌ها حدود ۲۸ درصد، بازیافت ۱۷ درصد، کمپوست سازی ۱۳ درصد و متانیزه کردن کمتر از ۱ درصد را نشان می‌دهد. در فرانسه تعداد کارخانه‌های بازیافت از ۲۶۵ عدد در سال ۲۰۰۰ به ۳۶۶ عدد در سال ۲۰۱۰ افزایش یافته است که نشان‌دهنده افزایش ۳۸ درصدی است. به طور متوسط حدود ۳۲ درصد زباله‌ها با این حد امکانات، پذیرفته نشده و به محل دفن زباله‌ها ارسال می‌شود. کمپوست سازی در فرانسه بخش زیادی را به خود اختصاص می‌دهد و از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰ رشد ۷۱ درصدی داشته است (www.pwut.ac.ir).

۳-۱-۴- مدیریت پسماند در ایتالیا

به طور متوسط برای جمع‌آوری هر تن پسماند در کشور ایتالیا سالیانه ۷۵ یورو هزینه می‌شود [۱۶]. در حال حاضر قوانین زباله در رم سخت گیرانه بوده و براساس آن افرادی که تا فاصله ۵۰۰ متری خانه خود سطل بازیافت دارند و زباله‌های خود را تفکیک نکنند، تا ۶۱۹ یورو جریمه خواهند شد (www.pwut.ac.ir).

۳-۱-۵- مدیریت پسماند در دانمارک

به‌طور میانگین در کشور دانمارک، روزانه ۳۸۰۰ تن پسماند تولید می‌شود که بخش زیادی از این پسماندها از نوع خشک هستند (www.salehejam.ir). در سال ۲۰۰۳ هر دانمارکی به

طور میانگین ۵۵۹ کیلوگرم زباله تولید کرده است. آمار دولتی نشان می‌دهد که در سال ۲۰۰۳، ۳۱ درصد زباله‌های خانگی بازیافت و ۶۲ درصد سوزانده شده است. ۶ درصد باقیمانده نیز در زمین دفن گردیده است (www.salehejam.ir). براساس برآورد سال ۲۰۰۵ انجمن‌های درون شهری، هزینه جمع‌آوری هر کیلوگرم پسماند در دانمارک برابر با ۴/۵ دلار برآورد شده است (www.salehejam.ir). حدود ۱۰ هزار دانمارکی در تجارت جمع‌آوری زباله فعالیت می‌کنند که حدود ۰/۱ درصد کل جمعیت این کشور را تشکیل می‌دهند.

۳-۱-۶- مدیریت پسماند در سوئیس

بطری‌های پلاستیکی رایج‌ترین ظروف محتوی نوشیدنی‌ها در سوئیس هستند که ۸۰ درصد آنها بازیافت می‌شوند و بسیار بیشتر از میانگین اروپا (یعنی ۲۰ تا ۴۰ درصد) است (Shahryarnews.net).

۳-۱-۷- مدیریت پسماند در آلمان

مدیریت زباله شهری برلین^۱ (BSR) یکی از بزرگترین شرکت‌های مدیریت زباله در اروپاست. آلمانی‌ها خود را قهرمان محیط‌زیست جهان می‌دانند (طراوتی، ۱۳۷۷: ۹۰/۱۱-۱۳). شکل ۵ نمودار جریان مدیریت پسماند حلقه بسته در کشور آلمان را نشان می‌دهد. مطابق این شکل به طور کلی بازیافت محصولات به سوزاندن آنها ترجیح داده می‌شود، حتی اگر تحت شرایط خاص، سوزاندن مطرح باشد، باید میزان تبدیل زباله به انرژی مد نظر قرار گیرد. در هر صورت دفن زباله به‌عنوان آخرین راه حل، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

شکل شماره (۵) - نمودار جریان مدیریت پسماند در حلقه بسته کشور آلمان.

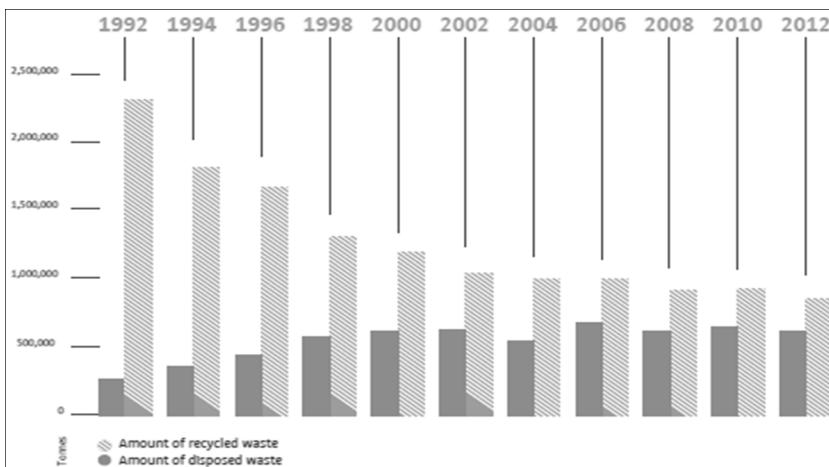


۱- Berliner Stadtreinigungsbetriebe

در سال ۱۹۹۲ میزان کل زباله‌های شهری تولید شده در برلین، شامل زباله بازیافت شده و بازیافت نشده، به ۲۵۹۴ هزار تن رسید. تا سال ۲۰۱۲ این میزان به ۱۴۱ هزار تن یعنی حدود ۴۳ درصد کاهش یافت. حدود ۵۷ درصد زباله‌های شهری مطابق مقررات، دفع می‌شود و حدود ۴۳ درصد در مرحله بازیافت، فرآوری شده یا به انرژی تبدیل می‌شوند. در سال‌های اخیر حتی دفع زباله های شهری به طور مداوم کاهش یافته است. یکی از دلایل موفقیت کشور آلمان، استفاده از استراتژی یکنواخت و مشابه در کل کشور است. در این کشور همه خانواده‌ها و ساختمان‌ها در تفکیک زباله رفتاری مشابه دارند. قانون پاداش و جریمه هم در جمع‌آوری زباله‌ها اعمال می‌شود. در مورد زباله‌های تر، هرچه وزن آن‌ها بیشتر باشد، مبلغ کمتری به افراد تعلق می‌گیرد، اما در مورد سایر زباله‌ها برعکس است و هرچه میزان زباله بیشتری جمع‌آوری کرده باشند، مبلغ آن نیز بالاتر است.

در شکل ۶ نمودار میزان بازیافت زباله و مقدار زباله دفعی شهر برلین طی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۲ نشان داده شده است. مطابق این شکل در سال ۱۹۹۲ در حالی که از حجم کل زباله ۲۵۹۴ هزار تنی تنها ۲۶۹ هزار تن بازیافت شده، در سال ۲۰۱۲ مقدار بازیافتی به ۶۲۴ هزار تن رسیده یعنی بیش از دو برابر شده است. اگرچه مقدار کل آن به ۱۴۱ هزار تن کاهش یافته که به طور معادل نشان‌دهنده افزایش از حدود ۱۰ درصد در سال ۱۹۹۲ به ۴۲/۲ درصد در سال ۲۰۱۲ است.

شکل شماره (۶) - نمودار نرخ بازیافت و دفع زباله شهری برلین از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۲



(رنگ آبی: میزان زباله بازیافتی و رنگ نارنجی: میزان زباله دفعی) (Schulze, 2013).

۳-۱-۸- مدیریت پسماند در ژاپن

تازه‌ترین آمار وزارت محیط‌زیست ژاپن نشان می‌دهد که هر شهروند ژاپنی به طور میانگین روزانه ۱۱۳۱ گرم زباله تولید می‌کند و این در حالی است که ۲۰ درصد زباله‌های تولید شده در ژاپن بازیافت می‌شوند. در این کشور از زباله‌های خام خانگی برای تولید برق استفاده می‌شود و زباله‌های دیگر نیز بازیافت می‌شوند (طراوتی، ۱۳۷۷: ۱۳-۱۱؛ طراوتی، ۱۳۷۷؛ Wolf, 2003). در ژاپن سالانه دو میلیون تن زباله به منظور تولید انرژی، کود و کود تغلیظ شده و یا سوخت گاز توسط فرآیند متان، بازیافت می‌شوند.

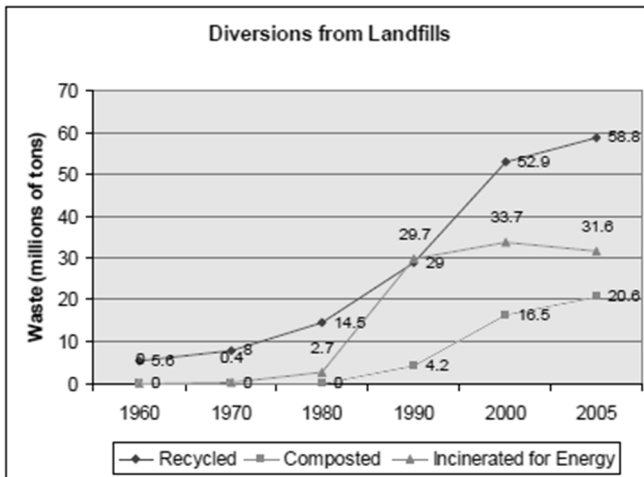
۳-۱-۹- مدیریت پسماند در آمریکا

در سال ۱۹۹۵ ایالات متحده آمریکا با تولید سرانه ۴ پوند در روز بیشترین نرخ تولید سالانه زباله را در دنیا داشت در حالی که آلمان و اسپانیا با نرخ ۲ پوند در روز کمترین نرخ تولید زباله‌های شهری را داشتند. همچنین فرانسه با ۲/۱، ایتالیا با ۲/۲، انگلستان و سوئد و ژاپن با ۲/۵، سوئیس با ۲/۸، هلند با ۳ و کانادا با ۳/۶ پوند در روز در رده‌های بعدی قرار داشتند (Wolf, 2003). در سال ۲۰۱۰ میلادی ۳۶ درصد از پسماندهای آمریکا بازیافت شد در حالی که در سال ۱۹۹۰ میلادی نرخ بازیافت در این کشور ۱۶/۲ درصد بود (www.pwut.ac.ir). در سال ۲۰۱۶، ۲۴۵/۷ میلیون تن پسماند خشک در آمریکا تولید شد که سرانه تولید پسماند خشک این کشور را به ۱۸۰۰ پوند رساند (www.pwut.ac.ir). بطور متوسط هر ساله بیش از ۴ میلیارد تن زباله جامد در این کشور تولید می‌شود. از مجموع زباله‌های جامدی که جمع‌آوری می‌شود، تنها ۲۵/۷ درصد، قابل بازیافت است و در مراحل مختلف تولید از آنها استفاده می‌شود (www.pwut.ac.ir).

در شکل ۷ نمودار میزان زباله‌های فرآوری شده در ایالات متحده آمریکا با سه روش بازیابی شده، تولید کمیوست، سوزاندن و تبدیل به انرژی، طی سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۵ نشان داده شده است. براساس مطالعات انجام شده توسط مرکز مطالعات و آماردهی حذف پسماندها، هزینه مدیریت پسماند در آمریکا بین ۱۵ تا ۶۰ دلار به ازای هر تن در مناطق مختلف است و دلیل این گستره وسیع قیمتی هم تفاوت در کیفیت خدمات‌رسانی است. به عبارت دیگر متوسط هزینه‌ای که دولت برای نابود کردن پسماندها متحمل می‌شود، برابر با ۴۰ دلار آمریکا به ازای هر تن

پسماند است. این هزینه برای دفن زباله‌ها بوده و هزینه خاکسترسازی، ۲۰ دلار به ازای هر تن بیشتر است. هزینه اولیه سرمایه دفن بهداشتی زباله بسیار پایین‌تر از کارخانه تبدیل زباله به انرژی^۱ (WTE) است. تفاوت هزینه بین دفن بهداشتی زباله‌ها و WTE در ایالات متحده، حدود ۲۰ دلار در هر تن زباله (MSW بیشتر نسبت به WTE) است (www.pwut.ac.ir).

شکل شماره (۷) - میزان زباله‌های فرآوری شده در ایالات متحده آمریکا با سه روش بازیافت، تولید کمپوست، سوزاندن و تبدیل به انرژی

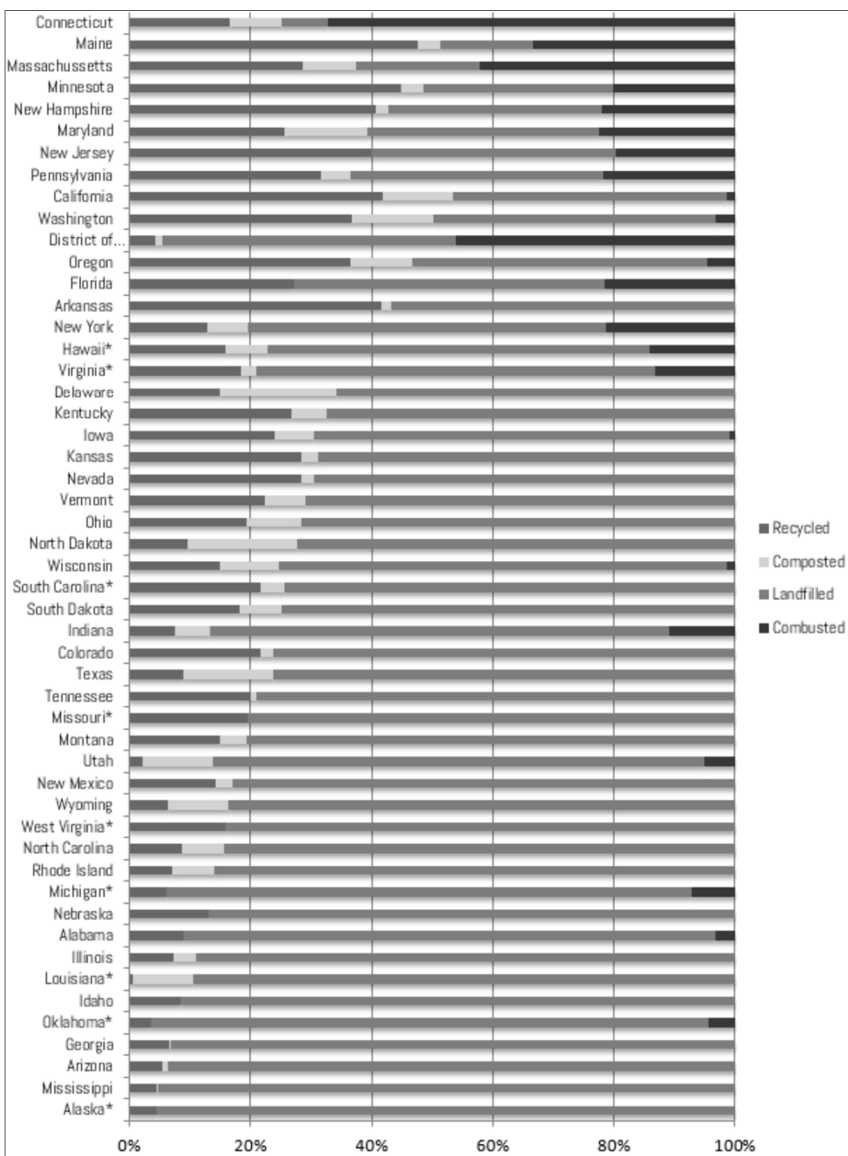


امروزه آمریکا ۲۸ درصد زباله‌های خود را بازیافت می‌کند که این میزان در ۱۵ سال گذشته تقریباً ۲ برابر شده است. بازیافت انواع خاصی از زباله‌ها در این کشور افزایش بیشتری داشته است: ۴۲ درصد کاغذها، ۴۰ درصد بطری‌های پلاستیکی نوشابه‌های غیرالکلی، ۵۵ درصد قوطی‌های آلومینیومی نوشیدنی‌ها، ۵۷ درصد بسته‌بندی‌های استیل و ۵۲ درصد سایر اشیاء هم بازیافت می‌شوند (www.pwut.ac.ir).

آمارها نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۶، ۵۴۴/۷ میلیون تن پسماند جامد در آمریکا جمع‌آوری شد که بخش خصوصی بازیافت سهم بزرگی از آن را بر عهده داشت. به عبارت دقیق‌تر در سال گذشته بخش خصوصی مدیریت پسماند ۶۹/۷ درصد از زباله‌ها که معادل ۳۷۶/۹ میلیون تن

می‌شد را بر عهده داشت و بخش دولتی تنها مدیریت ۳۰/۸ درصد از پسماندها را انجام داد. واگذاری این مسئولیت به بخش خصوصی، خود راهکاری برای کاهش پسماندها و ایجاد فرصت‌های شغلی تازه در این کشور بود. مطالعات سازمان محیط زیست آمریکا نشان می‌دهد که اگر به ازای هر ۱۰۰۰۰ تن دفع زباله، ۶ شغل ایجاد شود، به ازای همین مقدار بازیافت زباله بدون احتساب صنایع وابسته و فرعی، بیش از ۳۶ شغل ثابت ایجاد خواهد شد. مدیریت پسماند در این کشور صنعتی دنیا، درآمد کلانی را برای شرکت‌های فعال در این زمینه ایجاد می‌کند. انجمن ملی زباله و بازیافت آمریکا در گزارش سال ۲۰۱۵ میلادی عنوان کرد که با راه اندازی برنامه های بازیافت زباله، تنها در ایالت اوهایوی آمریکا ۶/۷ میلیارد دلار بهره وری اقتصادی و ۱۴۰۰۰ شغل جدید ایجاد شده است. در سال ۲۰۱۶ کل درآمدی که از مدیریت پسماند در آمریکا نصیب فعالان این صنعت شد، بالغ بر ۸۶ میلیارد دلار بود درحالی که این درآمد در کشور ژاپن قدری بیش از ۶۳ میلیارد دلار بود (www.pwut.ac.ir). مسئولین شهر نیویورک پس از بررسی وضعیت پسماندها در این شهر دریافتند که بازیافت صحیح زباله، بیش از ۲۰ میلیون دلار صرفه جویی اقتصادی برای شهر دربر خواهد داشت. در شکل ۸ نمودار نردبانی مدیریت پایدار زباله ایالات متحده آمریکا در سال ۲۰۱۵ نشان داده شده است.

شکل شماره (۸) - نمودار نردبان مدیریت پایدار زباله ایالت های مختلف قاره آمریکا در سال ۲۰۱۵



(<https://foresternetwork.com>; Themelis and Mussche, 2015; Forestermagazines)

۳-۲- مطالعه موردی: بررسی وضعیت پسماندهای کلان شهر اراک

در طول سال ۱۳۹۵ از سطح شهر اراک در هر شبانه روز به طور میانگین حدود ۳۰۳ تن پسماند توسط ۹ تا ۱۰ عدد کامیون باری (سیم تریل) جمع‌آوری شده که بیشترین مقدار آن برابر با ۳۲۱ تن در ماه شهریور و کمترین مقدار آن برابر با ۲۸۵ تن مربوط به دی ماه می باشد. زباله‌های جمع‌آوری شده از سطح شهر شامل انواع زباله‌های خانگی (خشک و تر)، نخاله‌های ساختمانی، زباله‌های بیمارستانی، زباله‌های شرکت‌ها و کارخانه‌های کوچک درون شهری می باشند. از این مقدار پسماند، به‌طور متوسط ۳۲۰۰ کیلوگرم آن زباله‌های بیمارستانی است که بدون انجام هیچ‌گونه فرآیندی، مستقیماً دفن می شوند. ترکیب زباله‌های شهر اراک به گونه‌ای است که حدود ۲۰ درصد آن از ابتدا قابل بازیافت و حدود ۷۰ درصد آن قابل تبدیل به کمپوست است.

موقعیت جغرافیایی محل انباشت فعلی زباله‌های کلان‌شهر اراک در ۵ کیلومتر جاده اراک-خمین در زمینی به مساحت ۱۲۵ هکتار احداث شده که از سال ۱۳۶۴ تعیین محل گردیده است. با توجه به هزینه حمل زباله‌ها توسط ماشین‌آلات مدیریت پسماند، حمل و نقل در مسافتی بیش از ۳۰ کیلومتر از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نخواهد بود و مسافت کمتر از ۳ کیلومتر نیز به خاطر پراکندگی ذرات و آلودگی محل زندگی مردم، مناسب نیست. علاوه بر اینها نزدیک بودن به جاده اصلی و عدم برف‌گیر بودن مسیر در فصول سرد سال به خاطر سهولت دسترسی به محل محصولات بازیافتی و همچنین حضور به موقع عوامل امداد رسانان از قبیل آتش‌نشانی به منظور اطفای حریق احتمالی و اورژانس، از جمله عوامل مؤثر در انتخاب درست محل انباشت فعلی زباله می باشند. در نزدیکی این محل یک کارخانه بازیافت پسماند احداث شده که در حال حاضر نیز فعال است. همچنین اسکلت فلزی و چارچوب آجری نصفه و نیمه یک کارخانه تولید کمپوست با عمر سه سال، در مجاورت کارخانه فرآوری، بنا شده ولی حتی ساختمان آن نیز بعد از گذشت چند سال، نیمه کاره باقی مانده و فقط نامی از کارخانه تولید کمپوست را بر دوش می‌کشد.

۳-۲-۱- معرفی کارخانه بازیافت پسماند کلان شهر اراک

کارخانه بازیافت پسماند اراک در سال ۱۳۹۴ به منظور تفکیک پسماند، انجام عملیات بازیافت، تولید کود کمپوست و در نتیجه به حداقل رساندن میزان زباله‌های دفعی افتتاح گردید. ظرفیت

این کارخانه ۲۵۰ تن در شبانه روز است. بجز پسماندهای عفونی-بیمارستانی، لجن های جوی ها و نخاله های ساختمانی، تقریباً همه نوع زباله جمع آوری شده از سطح شهر و برخی مناطق اطراف، ابتدا وارد کارخانه فرآوری پسماند می شود. پسماندهای حمل شده به محل کارخانه بازیافت، در ورودی کارخانه انباشت می شوند (شکل ۹). زباله های شرکتی و صنعتی انتقال یافته که نسبت به زباله های شهری، اندکی تمیزتر و بهتر هستند، قبل از ورود به مدار کارخانه، توسط کارگران به صورت دستی تفکیک می شوند (شکل ۹). در این مرحله کارتن ها، کاغذها و زباله های خشک (نظیر قوطی های نوشیدنی، انواع پلاستیک ها و غیره) تفکیک شده و بطور جداگانه به فروش می رسند.

در حال حاضر مواد اولیه کمپوست همراه با سایر پسماندهای دفعی (که با کمک نیروی انسانی تا حد ممکن، از وسایل فلزی و پلاستیکی عاری شده است) با استفاده از ماشین آلات، بارگیری شده و به محل دفع حمل می شود. حدود ۶۸ درصد از کل پسماندهای ورودی کارخانه فرآوری را پسماندهای تر تشکیل می دهند که قابلیت تولید کود کمپوست را دارند و می توانند در بخش کشاورزی و فضای سبز مورد استفاده قرار گیرند ولی متاسفانه در حال حاضر این بخش نیز بدون انجام هیچ گونه فرآیندی، دفع می گردد.

شکل شماره (۹) - نمایی از انباشت زباله در ورودی کارخانه بازیافت زباله کلان شهر اراک و تفکیک کارتن، کاغذ و قوطی های فلزی و پلاستیکی.



۳-۲-۲- ارزشیابی وضعیت اقتصادی کارخانه بازیافت

بطور کلی مواد بازیافتی در کارخانه بازیافت زباله عبارتند از ظروف فلزی، پلاستیک ها و پسماندهای تولید شده کاغذی و مواد آلی. کارتن های تفکیک شده، ابتدا پرس شده و سپس کیلویی ۳۰۰۰ ریال به کارخانه های کارتن سازی فروخته می شود. کاغذها نیز کیلویی ۴۰۰۰ ریال به فروش می رسد. در حال حاضر محصول اصلی بازیافتی کارخانه، بطری های پلاستیکی هستند که کیلویی ۱۱۰۰۰ ریال به فروش می رسند. روزانه حدود ۱-۱/۲ تن مواد پلاستیکی و ۱/۵ تن کارتن (اغلب به صورت مرطوب) از میان زباله ها جداسازی می شود. از آنجایی که تفکیک و جداسازی انواع مواد پلاستیکی، ظروف فلزی و کارتن ها در مبدا به صورت غیرقانونی، غیراصولی، غیراستاندارد و غیربهداشتی توسط افراد غیرمسئول، غیرمرتبط و زباله گرد در سطح شهر صورت می گیرد، در مجموع کارخانه تفکیک زباله نیز دارای صرفه اقتصادی چندان زیادی نیست و به گفته مسئولین مربوطه، هزینه های جاری مرکز دفن را هم پوشش

۳-۲-۳- مخاطرات دفع زباله و عدم بازیافت آن

تمامی زباله های دفعی شهر اراک به محل دفع و دفن زباله منتقل می شوند که پس از تخلیه و مقداری تسطیح، پوششی از خاک، روی آنها را می پوشاند. دفع زباله و عدم بازیافت آن علاوه بر آن که موجب از دست رفتن سرمایه، عدم حصول درآمد و حتی منجر به هزینه می شود، مشکلات زیست محیطی را نیز به دنبال خواهد داشت. علاوه بر وجود پسماندها در کارخانه، عدم مدیریت صحیح شیرابه های ناشی از پسماندها نیز خطر آلوده شدن منابع آب و خاک منطقه را افزایش می دهد. وجود پناهگاه حیوانات و نگهداری سگ های ولگرد در پناهگاه و آزاد بودن حیوانات در محل دفن زباله نیز از شرایط تأثیرگذار و به خطر افتادن سلامت محیط زیست است. حضور سگ ها در کل محیط و تحرک آزادانه آنها در محل دفن زباله های بیمارستانی، موجب توحش بیشتر سگ های محوطه شده است.

۳-۲-۴- فرهنگ سازی عمیق در بازیافت پسماندهای شهری

فرهنگ سازی، آموزش یک رفتار و نهادینه کردن آن است. مردم در امر تفکیک از مبدأ به عنوان بهترین روش جداسازی و بازیافت مواد، نقش بسیار تعیین کننده ای دارند. شیوه های درست جمع آوری زایدات باید در کنار طرح تفکیک از مبدأ اتخاذ شود، به گونه ای که هیچ مزاحمتی برای خانوارها ایجاد نکند. فرهنگ سازی در زمینه تفکیک زباله از مبدأ و بازیافت، شامل آموزش افراد در مورد پسماندهای قابل بازیافت و غیرقابل بازیافت و دورریختنی است. از جمله ابزارها و روش های آموزشی و اطلاع رسانی (فرهنگ سازی) عبارتند از وسایل ارتباط جمعی همانند صدا و سیما و مطبوعات، بروشورها و تراکت های آموزشی، استفاده از مکانیسم ها و روش های آموزشی و تشویقی، برگزاری سمینارها، همایش های علمی و دوره های آموزشی جشنواره های فرهنگی، آموزش های چهره به چهره و آموزش از طریق مدارس و سایر نهادهای آموزشی. گسترده بودن این ابزارها می تواند در فرهنگ سازی و مشارکت شهروندان در امر تفکیک از مبدأ، نقش موثری ایفا نماید.

۳-۲-۵- اقدامات مورد نیاز عمومی

با اجرای طرح های نوین مربوط به جمع آوری زباله و تفکیک آن در مبدا یعنی در منازل مردم، می توان به طور اصولی از مزایای طلای کثیف (پسماند) بهره برد. شناسایی افراد غیرمرتبط و غیرمسئول که در سطح شهر به صورت غیرقانونی، غیربهداشتی و به طور نابسامان، اقدام به جمع آوری زباله های مخصوص (مانند کارتن ها، فلزات، بطری ها و ظروف پلاستیکی و غیره) می نمایند و سامان دهی آنها از طریق بسترسازی و زمینه سازی اشتغال به کار در کارخانه های بازیافت زباله و محل دفن زباله شهر اراک، به صورت کاملاً بهداشتی با رعایت تمام اصول بهداشتی و ایمنی، راهکار مهمی در این خصوص خواهد بود. افراد زباله گرد غیرمرتبط و غیرمسئول که به صورت کاملاً غیربهداشتی مبادرت به زباله گردی و جداسازی پسماندهای فلزی، انواع قوطی های فلزی، انواع بطری های پلاستیکی و کارتن ها می نمایند، از یک طرف خود در معرض مستقیم انواع بیماری ها قرار دارند و از طرف دیگر خانواده آنها و از سوی دیگر به دلیل حضور این افراد و خانواده آنها در اجتماع، جامعه نیز در معرض خطر انواع بیماری ها قرار می گیرد. ممانعت از انجام چنین کاری توسط افراد غیرمرتبط، ولو توسط نیروهای نظامی و انتظامی بعد از فرهنگ سازی در این زمینه، گام دوم می باشد.

در شیوه فعلی جمع آوری زباله در کلان شهر اراک، مشکلاتی نظیر عدم استفاده از روش های نوین جمع آوری زباله، استفاده از نیروهای غیرمتخصص، فقدان پشتوانه تحقیقاتی لازم و بالاخره عملکرد ضعیف و غیربهداشتی وسایل و روش های جمع آوری، باعث انباشت زباله ها، نشت شیرابه ها و تجمع حیوانات ولگرد (از جمله سگ و گربه) و حشرات موذی شده است. در کارخانه تفکیک زباله کلان شهر اراک نیز به طور عمده تنها به جداسازی مواد پلاستیکی پرداخته می شود که در نهایت سوددهی این کارخانه را تنها وابسته به قیمت فروش ضایعات پلاستیکی می کند؛ میزان بهره وری از مواد قابل بازیافت زباله ها کمترین مقدار ممکن است و روزانه حجم عظیمی از این طلای کثیف را در زیر خاک دفن می کنند. تکمیل کارخانه تولید کمپوست، راه اندازی و شروع به کار آن نیز علاوه بر صرفه اقتصادی و ایجاد اشتغال، از دفع مقدار زیادی پسماند جلوگیری خواهد نمود.

۴- نتیجه گیری

پسماندها دارای انواع مختلفی بوده و در اثر فعالیت‌های انسانی تولید می‌شوند که از یک سو بر روی بهداشت فردی و اجتماعی تاثیرگذار بوده و از سوی دیگر موجب آلودگی محیط زیست می‌شوند. امروزه تولید حجم انبوه زباله یکی از مشکلات جهان محسوب می‌شود. نسل سوم زباله‌های جامد شهری در شصت سال گذشته سه برابر شده و براساس تحقیقات انجام شده، پیش بینی می‌شود که بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۳۰ دو برابر شود. با این وجود پسماندها از دیدگاه اقتصادی به منظور تامین مواد اولیه بسیاری از صنایع، تولید کود کمپوست و انرژی، حائز اهمیت هستند. پسماند در بسیاری از کشورهای پیشرفته جهان به عنوان یک ماده تجدیدپذیر ارزشمند مطرح بوده و شیوه های نوین برای استفاده درست از آن به کار گرفته می‌شود تا پسماندهای کثیف به مزیتی برای درآمدزایی تبدیل شوند.

بررسی وضعیت مدیریت پسماند در کشورهای پیشرفته جهان به عنوان الگوهای مناسب جهت استفاده از دانش و تجربیات آنها در پژوهش حاضر، نشان می‌دهد که در بسیاری از کشورهای پیشرفته جهان، پسماند همانند دیگر صنایع پیشرفته این کشورها به عنوان یک صنعت، مطرح بوده و با مدیریت درست، به مزیتی برای درآمدزایی تبدیل شده است. مدیریت درست پسماند علاوه بر آنکه موجب حفظ محیط زیست جوامع اروپایی و آمریکایی شده، تاثیر قابل توجهی بر اشتغال زایی و رشد اقتصادی این کشورها گذاشته است. به عبارت دیگر مزیت بزرگ صنعت عظیم بازیافت پسماند، اقتصادی است؛ مساله ای که در بسیاری از شهرهای کشور ما به ویژه کلان شهر اراک، مغفول مانده است.

بررسی وضعیت موجود جمع آوری، نحوه تفکیک و بازیافت پسماندهای کلان شهر اراک نشان می‌دهد که در حال حاضر بخش عمده مواد قابل بازیافت از زباله در سطح شهر اراک، توسط افراد غیرمرتبط، غیرمسئول و زباله گرد از درون سطل های زباله خارج می‌گردد و به روش های مختلف غیراصولی و عمدتاً بصورت دست فروشی و خرده فروشی به فروش می‌رسد. ترکیب زباله های شهر اراک به گونه ای است که حدود ۲۰ درصد آن از ابتدا قابل بازیافت بوده و حدود ۷۰ درصد آن قابل تبدیل به کود کمپوست است؛ علیرغم این مزیت، چنین فرآیندی نیز صورت نمی‌گیرد. در مجموع درآمد اقتصادی مواد بازیافتی در کارخانه بازیافت زباله اراک

شامل ظروف فلزی، پلاستیک‌ها و بطری های پلاستیکی، پسماندهای کاغذی و کارتن ها نیز دارای صرفه اقتصادی چندانی نبوده و تنها هزینه‌های جاری مرکز دفن زباله را پوشش می‌دهد. بطور کلی تحت شرایط موجود نمی توان هیچ گونه آمار و ارقام جامع و معتبر اقتصادی عایدی از پسماندهای شهر اراک ارائه نمود. قدر مسلم لازم است که قوانین مربوط به مدیریت زباله بازنگری شوند. سیستم جمع آوری، تغییرات اساسی یافته و اصلاح شود. در زمینه تفکیک زباله از مبدأ و بازیافت در مورد پسماندهای قابل بازیافت و غیرقابل بازیافت و دورریختنی، فرهنگ سازی و آموزش افراد و خانوارها صورت گیرد. کارخانه تولید کود کمپوست، تکمیل و راه اندازی شود. براساس تجربیات کشورهای پیشرفته در زمینه مدیریت پسماند نظیر ایالات متحده آمریکا و با توجه به میزان تولید سالیانه زباله در کلان‌شهر اراک، در صورت برقراری سیستم مدیریت جامع جمع آوری و بازیافت پسماند، تفکیک درست در مبدأ و ممانعت از عمل افراد زباله گرد، امکان اشتغال زایی مستقیم برای تعداد ۱۰ نفر و غیرمستقیم برای ۳۰ نفر در سال مهیا خواهد بود.

منابع

- طراوتی، حمید، (۱۳۷۷)، "۲۱ دستور کار"، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست با همکاری برنامه عمران ملل متحد، چاپ اول.
- طراوتی، حمید، (۱۳۷۷)، مترجم، رودمن، دم، "تغییر جهت زیست محیطی مالیات ها در اروپا"، **مجله تعاون**، شماره ۹۰، ۱۱-۱۳.
- فرزادکیا، مهدی، دالوند، آرش، تقدیسی، محمدحسین، (۱۳۸۷)، "ارزیابی جنبه های اقتصادی و زیست محیطی بازیافت کاغذ و مقوا از زباله های شهری اصفهان"، **طیب شرق**، دوره ۱۰، شماره ۳.
- نوروزیان باغانی، عباس، فرزادکیا، مهدی، آذری، علی، ززولی، محمدعلی، وزیری، یاسر، دلخون، مهدیه، شفیعی، علی اصغر، (۱۳۹۴)، "جنبه های اقتصادی بازیافت پسماندهای خشک شهر شیراز"، **مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران**، دوره ۲۵ شماره ۱۳۳، ۳۳۰-۳۳۴.

- EUROSTAT, (2017), "Municipal wastetreatmenttrends 2001-2015 EU 28".
- Farzadkia, M., Jorfi, S., Akbari, H., Ghasemi, M., (2012), "Evaluation of dry solid waste recycling from municipal solid waste: case of Mashhad city, Iran". **Waste Manag Res**; 30(1): 106-112.
- 3.Forestermagazines, <https://foresternetwork.com/msw-management-magazine/ms-waste/administration/>

- <http://diyarmirza.ir>
- <http://isfahan.ir>
- <http://www.donya-e-eqtasad.com>
- <http://www.farsnews.com>
- http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/sofos/european_ladder.pdf
- <http://www.vermicompost1.ir>
- <https://asemandaily.ir/post/3186>
- IP/G/STOA/FWC/2013-001/LOT 3/C3, (2017), "Towards a circular economy –Waste management in the EU.", **EPRS|European Parliamentary Research Service**, Scientific Foresight Unit (STOA), PE 581.913.
- Karami, M.A., Farzadkia M., Jonidi A., Nabizadeh R., Gohari M., Karimaee M., (2011), "Quantitative and qualitative investigation of industrial solid waste in industrial plants located between Tehran and Karaj". **Iran Occupational Health Journal**; 8(2): 12-20 (Persian).
- Mansveld, W., (2015), "Waste recycling in the Netherlands: analysis of the success", www.assises-dechets.org/IMG/pdf/IntwEn_Mansveld.pdf
- Nelles, M., Grünes, J., Morscheck, G., (2016), "Waste Management in Germany–Development to a Sustainable Circular Economy?", **Procedia Environmental Sciences**, 35, 6–14.
- Schulze, C., (2013), "Municipal waste management in Berlin", **Senate Department for Urban Development and the Environment**.
- Shahryarnews.net/news
- Themelis, N.J., (2017), "Sustainable waste management, waste-to-energy and the role of the universities", **WTERT-Asia Inaugural Meeting Nanjing**, April 26-28, <http://wtert.com.br>.
- Themelis, N.J., Mussche, C., (2013), "Municipal solid waste management and waste-to-energy in the united states, China and Japan", **2nd International Academic Symposium on Enhanced Landfill Mining, Houthalen-Helchteren, 14-16/10/2013**.
- Themelis, N.J., Mussche, C., (2015), "MSW management"
- U.S. Energy Information Administration, (2011), "Analysis of Impacts of a Clean Energy Standard as requested by Chairman Bingaman". **Independent Statistics Analysis**. Washington, DC; Available from: http://www.eia.gov/analysis/requests/ces_bingaman.
- Wolf, H., (2003), "Wastes management".
- www.pwut.ac.ir
- www.salehejam.ir/post/72