



کاهش حجم و شیرابه زباله از طریق طراحی و ساخت دستگاه ابتکاری فشرده‌ساز مکانیکی زباله خانگی

مسعود رحیمی^{۱*} (M.Sc.)، علی اکبر رودباری^۲ (Ph.D.)، زینب رحیمی^۳ (B.Sc.)

۱- دانشگاه علوم پزشکی شاهرود- گروه پرستاری- عضو هیئت علمی. ۲- دانشگاه علوم پزشکی شاهرود- گروه بهداشت محیط- عضو هیئت علمی. ۳- دانشگاه صنعتی امیرکبیر- دانشکده مهندسی کامپیوتر- دانشجوی کارشناسی ارشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۶/۲۴، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۲۶

چکیده

مقدمه: حجم زباله منجر به افزایش هزینه‌های جمع‌آوری، حمل و دفع نهایی آن می‌شود. درصد بالای رطوبت نیز باعث تخریب سریع ماشین‌آلات جمع‌آوری و حمل و افزایش تولید شیرابه در اماکن دفن و در نتیجه افزایش احتمال آلودگی خاک و منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌شود، لذا تلاش‌های فراوانی در جهت پیدا کردن راه‌حلی برای مقابله با این دو مشکل در حال انجام است. هدف این مطالعه، طراحی و ساخت سطل زباله‌ای است که شیرابه را از ترکیب زباله خارج می‌سازد، در نتیجه حجم خشک زباله کاهش و مقدار شیرابه آن نیز به حداقل می‌رسد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، به دنبال ساخت دستگاه ابتکاری فشرده‌ساز مکانیکی زباله خانگی، اثر آن در کاهش حجم و شیرابه زباله بررسی شد. این دستگاه برای اولین بار در ایران و در دانشگاه علوم پزشکی شاهرود و در مدت ۶ ماه طراحی و ساخته شده است. به منظور تأیید توانمندی‌های این فشرده‌ساز در کاهش حجم و درصد رطوبت زباله، آزمایش‌هایی (۳ بار) با استفاده از زباله‌های خشک و تر انجام شد. برای این منظور پس از پر کردن مخزن با زباله تر به میزان ۱۸ لیتر و به کار انداختن اهرم انتقال نیرو (برای حرکت دادن صفحه فشرده‌ساز) توسط فردی ۳۰ ساله با وزن ۶۰ کیلوگرم، حجم و درصد رطوبت، اندازه‌گیری و با مشخصات حجمی و وزنی اولیه زباله مقایسه شد.

نتایج: این دستگاه قادر به کاهش قابل ملاحظه حجم زباله و جداسازی رطوبت زباله‌های تر به میزان ۴۵٪ مقدار اولیه (به‌طور میانگین) است و تکرار آزمایش با زباله‌های خشک نیز حاکی از توانایی این سطل برای کاهش حجم زباله خشک به میزان ۴۰٪ (حجم اولیه آن به‌طور میانگین) بود.

نتیجه‌گیری: این دستگاه می‌تواند حجم زباله را به میزان قابل توجهی کاهش دهد و شیرابه را نیز از ترکیب زباله خانگی استخراج و جداسازی نماید و در نتیجه پیامدهای منفی زیست‌محیطی زباله و مشکلات جمع‌آوری آن را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: زباله، شیرابه، فشرده‌ساز، خانگی.

Brief Report

Knowledge & Health 2012;6(4):31-34

Reducing the Waste Volume and Leachate through Designing and Producing an Indoor Waste Compactor

Masoud Rahimi^{1*}, Ali Akbar Roodbari², Zienab Rahimi³

1- Instructor, Dept. of Nursing, Shahroud University of Medical Sciences, Shahroud, Iran. 2- Ph.D., Dept. of Environmental Health, Shahroud University of Medical Sciences, Shahroud, Iran. 3- M.Sc. Student of Information Technology, Amir Kabir University of Technology, Tehran, Iran.

Abstract:

Introduction: Increasing the volume of waste leads to an increase in waste collection, transportation and final removal costs. Also high percentage of humidity leads to the destruction of collection and transportation machines and to increasing the leachate produced in landfill site and polluting the soil and surface and underground water. So there are several attempts to solve these two problems. This study was to design and produce a unique bin which extracts, reduces and collects leachate from urban wastes and also reduces dry wastes volume.

Methods: This applied study was conducted to design and produce an innovative indoor mechanical waste compactor for the first time in Shahroud University of Medical Sciences in Iran within 6 months of time and cost about 500 dollars. To test the effectiveness of the device, experiments (3 times) were performed using dry and wet wastes. After filling the tank with 18 liters of waste and triggering the force transmission crow (for moving compactor sheet) by a 30-year-old, 60-kilogram person, the humidity percentage and the volume before and after the compaction were measured.

Results: This device is capable of making a notable decrease in volume of waste and separating waste humidity up to 45 percent of initial amount (in average). Repeating the experiment with dry waste also showed the capability of device up to 40 percent in waste volume (in average).

Conclusion: This waste bin can extract, reduce and collect a lot of leachate from solid wastes and thus reduce its environmental impacts and remove problems of wastes collection process.

Keywords: Waste, Compactor, Indoor, leachate.

Conflict of Interest: No

Received: 15 September 2011

Accepted: 14 January 2012

*Corresponding author: M. Rahimi, Email: rahimi@shmu.ac.ir

مقدمه

در حال حاضر روزانه بیش از $\frac{3}{5}$ میلیون تن زباله در دنیا تولید می‌شود که باعث شده است جمع‌آوری، حمل و دفع زباله به مهم‌ترین وظیفه شهرداری‌ها تبدیل شود (۱). در کشورهای در حال توسعه شهرداری‌ها معمولاً بین ۳۰-۵۰٪ از درآمد سالیانه خود را صرف مدیریت مواد زائد جامد می‌کنند (۲). با وجود این هنوز بین ۳۰-۶۰٪ از مناطق شهری از خدمات جمع‌آوری و دفع زباله محروم‌اند و کمتر از ۵۰٪ جمعیت شهری این خدمات را دریافت می‌کنند. نرخ تولید سرانه زباله در کشورهای کم‌درآمد بین $\frac{0.4}{9}$ - $\frac{0.9}{4}$ کیلوگرم در روز، کشورهای با سطح درآمد متوسط $\frac{0.5}{5}$ - $\frac{1.1}{5}$ کیلوگرم در روز و $\frac{1.1}{1}$ - $\frac{5}{1}$ کیلوگرم در روز برای کشورهای پردرآمد متغیر است (۳). تولید شیرابه یکی از پیامدهای عملیات دفن زباله در محل دفن می‌باشد. به طوری که یکی از مهم‌ترین مسائل در طراحی و بهره‌برداری از اماکن دفن زباله، مدیریت شیرابه می‌باشد (۴). شیرابه، حاوی انواع گوناگونی از ترکیبات آلی و غیرآلی می‌باشد که می‌تواند محلول یا معلق باشد (۵). این ترکیبات، خطراتی جدی را متوجه منابع آب سطحی و زیرزمینی منطقه می‌سازند (۶).

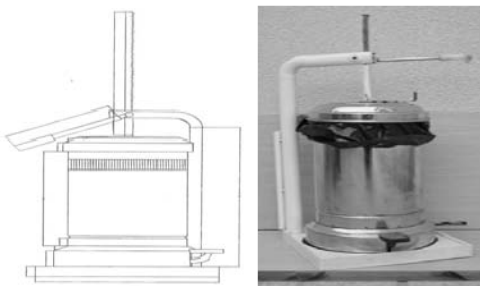
پارامترهای متعددی بر تولید و ترکیب شیرابه تأثیر می‌گذارند. یکی از مهم‌ترین پارامترها وضعیت آب‌وهوایی محل دفن می‌باشد (۷)؛ برای مثال اگر میزان بارش در محل دفن زیاد باشد مقدار شیرابه تولیدشده بیشتر خواهد بود (۸). عامل مؤثر دیگر، وضعیت توپوگرافی محل می‌باشد که تأثیر زیادی در تعادل آب در لایه‌های زیر محل دفن و ورود آن به داخل مکان دفن دارد (۹). استراتژی‌های مختلفی برای مدیریت شیرابه وجود دارد؛ نظیر جلوگیری از تولید شیرابه، تصفیه شیرابه در محل دفن و تصفیه در تصفیه‌خانه فاضلاب شهری (۱۰). جلوگیری از تولید شیرابه، پسنیده‌ترین روش می‌باشد، لیکن تصفیه در محل و در تصفیه‌خانه فاضلاب شهری نیز متداول هستند. ته‌نشین‌سازی، فراردهی با هوا، جذب سطحی و صافی غشایی مهم‌ترین روش‌های فیزیکی مورد استفاده برای تصفیه شیرابه هستند. این روش‌ها معمولاً در ترکیب با روش‌های شیمیایی و بیولوژیکی استفاده می‌شوند. انعقاد-لخته‌سازی، ترکیب شیمیایی و اکسیداسیون شیمیایی و الکتروشیمیایی مهم‌ترین روش‌های شیمیایی مورد استفاده برای تصفیه شیرابه هستند (۱۱). هرگونه تلاشی برای جلوگیری از تولید شیرابه فواید اقتصادی و زیست‌محیطی فراوانی به همراه دارد؛ زیرا تصفیه شیرابه بسیار گران و سخت‌تر و پیچیده‌تر از تصفیه سایر مایعات مثل فاضلاب می‌باشد. همچنین کاهش مقدار شیرابه باعث می‌شود وسایل حمل‌ونقل و جمع‌آوری آسیب نبینند و باعث جذابیت کمتر زباله برای حشرات و جوندگان می‌شود، در نتیجه زبان‌های اقتصادی ناشی از آن‌ها نیز کاهش می‌یابد (۱۲). برای حل این

مشکلات نیاز به انجام اقدامات جدی برای بهینه‌سازی هریک از مراحل مدیریت پسماند شامل: تولید، ذخیره‌سازی، جمع‌آوری، حمل، بازیافت و دفع نهایی می‌باشد. مرحله تولید به دلیل تأثیرش بر سایر مراحل، مهم‌ترین مرحله می‌باشد (۱۳).

به منظور فائق آمدن بر بسیاری از مشکلات دفع پسماندها لازم است که اقدامات جدی در امر بهینه‌کردن مراحل مختلف مدیریت مواد زائد (تولید و نگهداری در محل، جمع‌آوری، حمل‌ونقل، پردازش و بازیافت و دفن بهداشتی) صورت گیرد که البته مرحله تولید و نگهداری در محل از اهمیت ویژه برخوردار است که بازتاب آن بر مراحل بعدی؛ یعنی جمع‌آوری و حمل‌ونقل و دفع تأثیرگذار است. مکانیزه کردن سیستم جمع‌آوری راه‌حلی است در جهت بهینه‌کردن و اقتصادی کردن سیستم جمع‌آوری. مهم‌ترین اهداف سیستم مکانیزه جمع‌آوری در کلان‌شهرها شامل این موارد است: کاهش هزینه جمع‌آوری، افزایش فعالیت‌های بازیافت مواد، کاهش وسایل نقلیه جمع‌آوری، کاهش نیاز به کارگر، کاهش اثرات آلودگی حاصل از پارگی و پراکندگی کیسه‌های زباله، افزایش پاکیزگی شهر، کاهش آسیب‌ها و صدمات ناشی از تماس کارگران با زباله. از آن‌جا که هرگونه فعالیتی در راستای کاهش حجم زباله و گرفتن رطوبت آن‌ها در محل تولید از جنبه‌های مختلف بهداشتی و اقتصادی امری بسیار ضروری خواهد بود، لذا برای به حداقل رساندن مشکلات ناشی از حجم و رطوبت زباله در محل تولید به‌ویژه در منازل "دستگاه ابتکاری فشرده‌ساز مکانیکی زباله خانگی" طراحی و نمونه‌ای از آن ساخته شد. هدف این مطالعه، طراحی و ساخت سطل زباله‌ای است که شیرابه را از ترکیب زباله خارج می‌سازد، در نتیجه حجم خشک زباله کاهش می‌یابد و مقدار شیرابه آن نیز به حداقل می‌رسد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع مطالعات کاربردی است که به منظور ساخت دستگاه ابتکاری فشرده‌ساز مکانیکی خانگی زباله و بررسی اثر آن در کاهش حجم و شیرابه زباله انجام شد. این دستگاه برای اولین بار در ایران و در دانشگاه علوم پزشکی شاهرود و در مدت ۶ ماه طراحی و ساخته شده است. ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای لازم در مورد ویژگی‌های بهداشتی و مکانیکی دستگاه انجام شد، که منجر به ایجاد طرح اولیه، تهیه نقشه‌های فنی و شناسایی اجزای تشکیل‌دهنده آن (سطل زباله خانگی درب‌دار و غیرقابل نفوذ در برابر آب، سیستم پدالی مکانیکی بازکننده درب، پایه‌های ثابت عمودی و متحرک افقی، صفحه دو جداره نگهدارنده سطل، دو عدد اهرم دارای حرکت‌های دایره‌ای و عمودی، توبی دنداندار، صفحه فشرده‌ساز و گیره نگهدارنده آن، شیر تخلیه شیرابه و چند قطعه دیگر) گردید و سپس ساخت نمونه اولیه فشرده‌ساز براساس طرح تهیه شده و با بهره‌گیری از مواد مناسب و غیرقابل نفوذ



شکل ۱- دستگاه ابتکاری فشرده‌ساز مکانیکی زباله

برخورداری از صفحه فشرده‌ساز دایره‌ای شکل و تعبیه‌شده در قسمت داخل سطل و زیر درب، به گونه‌ای که نیازمند هیچ‌گونه دستکاری نمی‌باشد و امکان انتقال آلودگی نیز از طریق آن به بیرون وجود ندارد و به‌ویژه این که درب سطل نیز به‌صورت پدالی باز و بسته می‌گردد.

نیروی وارده به زباله‌ها از طریق صفحه فشرده‌ساز متصل به ۲ اهرم تعبیه‌شده بر روی پایه‌های ثابت و متحرک عمل می‌نماید به گونه‌ای که با چرخاندن دایره‌وار یکی از اهرم‌ها با دست، اهرم عمودی دوم که به صفحه فشرده‌ساز متصل است می‌تواند به‌آسانی در جهت بالا و پایین در داخل سطل حرکت کند و عمل فشرده‌سازی را انجام دهد.

دو اهرم مذکور تنها در زمان فشرده‌سازی نیازمند اتصال به دستگاه می‌باشد و در سایر مواقع در قسمت‌های مخصوص بر روی پای ثابت، قابل نصب است و بدین دلیل از اندازه فیزیکی سطل نیز کاسته می‌گردد و تقریباً سطل زباله از نظر ظاهری شبیه به ظرف معمولی زباله خواهد بود.

در طراحی و ساخت این فشرده‌ساز سعی شده است کلیه نکات بهداشتی در فرایند جمع‌آوری، فشرده‌سازی و تخلیه در نظر گرفته‌شود و بدین‌منظور زباله در داخل نایلونی که در انتهای آن چند سوراخ ریز برای تخلیه شیرابه ایجاد می‌شود، فشرده‌سازی می‌گردد تا مایع جدا شده از زباله از طریق لوله مخصوص نصب‌شده در ته ظرف به داخل مجرای فاضلاب هدایت شود و در اتمام کار پس از پرسیدن، کیسه به بیرون از سطل انتقال داده می‌شود. لازم به ذکر است که جهت تخلیه مناسب شیرابه و خیس‌نشدن ته کیسه زباله از صفحه‌ای متحرک و مشبک قابل شستشو در ته سطل استفاده شده است.

پایه مخصوص در نظر گرفته‌شده جهت اتصال اهرم‌ها دارای دو قسمت عمودی و افقی می‌باشد و به‌نحوی طراحی و ساخته شده است که قسمت افقی آن قابلیت حرکت، جابه‌جایی و تغییر جهت ۳۶۰ درجه‌ای بر بالای درب سطل زباله را دارد و این امکان را فراهم می‌آورد که این محور تنها در هنگام فشرده‌سازی بر روی سطل قرار

در برابر آب، انجام گردید. در مراحل بعدی نیز تغییرات مورد نیاز جهت عملکرد مطلوب‌تر فنی و بهداشتی آن صورت پذیرفت و در نهایت دستگاه، آماده انجام آزمایش‌های واقعی با انواع زباله خشک و تر گردید (شکل ۱). در ضمن به‌منظور حفظ حقوق مالکیت صنعتی فشرده‌ساز مذکور که دستگاهی کاملاً جدید و ابتکاری است، مراحل قانونی و علمی لازم جهت ثبت آن به‌عنوان یک وسیله اختراعی در حوزه بهداشت در اداره ثبت اختراع کشور ایران انجام که موفق به دریافت گواهی ثبت اختراع نیز گردیده است. به‌منظور تأیید توانمندی‌های این فشرده‌ساز در کاهش حجم و درصد رطوبت زباله، آزمایش‌هایی با استفاده از زباله‌های خشک و تر (۳ بار با هر نوع زباله تر و خشک) انجام شد. برای این منظور پس از پرکردن مخزن با زباله تر به‌میزان ۱۸ لیتر و به‌کارانداختن اهرم انتقال نیرو (برای حرکت دادن صفحه فشرده‌ساز) توسط فردی ۳۰ ساله با وزن ۶۰ کیلوگرم، حجم و درصد رطوبت اندازه‌گیری و با مشخصات حجمی و وزنی اولیه زباله مقایسه شد. این آزمایش‌ها یک‌بار دیگر با زباله خشک نیز انجام شد. لازم به ذکر است که جهت بررسی کارایی دستگاه، فشرده‌سازی انواع زباله خانگی خشک و تر (مواد فسادپذیر، کاغذ و کارتن، ظروف یک‌بار مصرف پلاستیکی، قوطی‌های آلومینیومی و ...) نیز انجام شد. نتایج حاصل‌شده وارد نرم‌افزار SPSS گردید و جدول توزیع فراوانی داده‌ها تهیه شد.

نتایج

نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه در ۲ بخش ارائه می‌شود. بخش اول، معرفی دستگاه ابتکاری ساخته‌شده در این مطالعه و بخش دوم نتایج آنالیزهای کاهش حجم شیرابه و همچنین کاهش وزن و حجم زباله تر و خشک می‌باشد.

الف) ویژگی‌ها و مشخصات دستگاه نمونه‌سازی‌شده:

شکل ۱ تصویر و طرح شماتیک دستگاه فشرده‌ساز مکانیکی خانگی زباله را نشان می‌دهد. سادگی دستگاه و قابل حمل بودن آن، امکان استفاده آسان در منازل یا اماکن تجاری به‌ویژه برای بانوان، قابلیت فشرده‌سازی مناسب با نیروی کم، درب‌دار بودن و بهداشتی بودن کامل تمامی مراحل فرایند فشرده‌سازی از شروع تا تخلیه در داخل کیسه زباله، امکان تولید گسترده و اقتصادی آن، گرفتن رطوبت زباله‌های تر و تخلیه آن به داخل سیستم فاضلاب و امکان تولید صنعتی دستگاه در سایزهای مختلف متناسب با نیازهای مصرف‌کنندگان، از جمله مهم‌ترین ویژگی‌های مهم این دستگاه فشرده‌ساز است و از نظر فنی نیز این دستگاه دارای مختصات و تکنیک ساخت زیر است:

وجود سطحی دو جداره، شیاردار و مناسب جهت قرارگرفتن سطل زباله که از حرکت و جابه‌جایی آن در هنگام فشرده‌نمودن زباله جلوگیری می‌نماید.

تشکر و قدردانی

گروه تحقیق، وظیفه خویش می‌داند از معاونت و مدیریت محترم پژوهش دانشگاه علوم پزشکی شاهرود به‌خاطر حمایت مالی از طرح مذکور، قدردانی نماید.

References

- Guo JS, Abbas AA, Chen YP, Liu ZP, Fang F, Chen P. Treatment of landfill leachate using a combined stripping, Fenton, SBR, and coagulation process. *J Hazard Mater* 2010; 178(1-3):699-705.
- Schuk WW, James SC. Treatment of landfill leachate at publicly owned treatment works. *Wast Manag Res* 1986;4(1):265-77.
- Bashir MJ, Aziz HA, Yusoff MS, Aziz SQ, Mohajeri S. Stabilized sanitary landfill leachate treatment using anionic resin: treatment optimization by response surface methodology. *J Hazard Mater* 2010;182(1-3):115-22.
- Wang S, Wu X, Wang Y, Li Q, Tao M. Removal of organic matter and ammonia nitrogen from landfill leachate by ultrasound. *Ultrason Sonochem* 2008;15(6):933-37.
- Zulquer Nain M, Jawed M. Impact of sudden change in feed substrate types on steady response of suspended growth anaerobic reactors. *Int J Environ Res* 2010;4(2):247-54.
- Bila DM, Montalvão AF, Silva AC, Dezotti M. Ozonation of a landfill leachate: evaluation of toxicity removal and biodegradability improvement. *J. Hazard. Mater* 2005;117;(2-3): 235-42.
- Zvinowanda CM, Okonkwo JO, Shabalala PN, Agyei NM. A novel adsorbent for heavy metal remediation in aqueous environments. *Int J Environ Sci Tech* 2009;6(3):425-34.
- Trebouet D, Schlumpf JP, Jaounen P, Quemeneur F. Stabilized landfill leachate treatment by combined physicochemical-nanofiltration processes. *Water Res* 2001;35(12):2935-42.
- Kargi F, MY Pamukoglu. Repeated fed-batch biological treatment of pre-treated landfill leachate by powdered activated carbon addition. *Enz and Micro Tech* 2004;34(5):422-28.
- Pilli S, Bhunia P, Yan S, LeBlanc RJ, Tyagi RD, Surampalli RY. Ultrasonic pretreatment of sludge: A review. *Ultrasonic Sonochem* 2011;18(1):1-18.
- Kurniawan TA, Lo WH. Removal of refractory compounds from stabilized landfill leachate using an integrated H₂O₂ oxidation and granular activated carbon (GAC) adsorption treatment. *Water Res* 2009;43(16):4079-91.
- Chianese A, Ranauro R, Verdone N. Treatment of landfill leachate by reverse osmosis. *Water Res* 1999;33(3):647-52.
- Koh IO, Chen X, Hicke K, Thiermann W. Leachate treatment by the combination of photochemical oxidation with biological process. *J Photochem and Photobio A* 2004;162(2-3):261-71.

جدول ۱- نتایج آزمایش‌های انجام‌شده بر روی دستگاه (میانگین)

نوع زباله	حجم اولیه (لیتر)	حجم ثانویه (لیتر)	وزن اولیه (kg)	وزن نهایی (kg)
زباله تر	۱۸	۱۰/۲	۶/۲۵	۳/۵۵
زباله خشک	۱۸	۱۰/۸	۳/۱۲	۳/۱۲
شیرابه	۳	۱/۶	۳	۱/۶

گیرد و در سایر مواقع با کنار قرار گرفتن به راحتی امکان باز و بسته شدن درب سطل و استفاده از آن را فراهم آورد.

ب) نتایج آزمایش‌های انجام‌شده روی دستگاه:

نتایج حاصل از مطالعه نشان می‌دهد که این دستگاه می‌تواند حجم زباله را به میزان قابل توجهی کاهش داده و شیرابه را نیز از ترکیب زباله خانگی استخراج و جداسازی نماید. جدول ۱ نتایج حاصل از این مطالعه را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول قابل مشاهده است با استفاده از این دستگاه حجم شیرابه زباله به‌طور میانگین ۴۶/۶٪ کاهش یافته است. همچنین بر اثر کاربرد این دستگاه، وزن زباله‌های تر به‌طور میانگین ۴۳/۲٪ و حجم زباله‌های خشک، ۴۰٪ کاهش یافته است. لازم به ذکر است که وزن، حجم و ترکیب زباله ورودی به دستگاه، تقریباً مشابه زباله‌های خانگی شهروندان کشورهای در حال توسعه به‌ویژه ایران بود تا نتایج حاصل از مطالعه بتواند برای سایر شهرهای کشور نیز مورد استفاده قرار بگیرد.

بحث

نتایج مطالعه نشان داد که این دستگاه می‌تواند حجم شیرابه و حجم و وزن زباله‌های خشک و تر خانگی را تا حدود ۴۰٪ (به‌طور میانگین) کاهش دهد و بدین ترتیب پیامدهای منفی زیست‌محیطی و بهداشتی زباله و مشکلات جمع‌آوری آن را کاهش دهد. بررسی منابع داخلی و خارجی نشان داد که نمونه مشابهی از آن پیشتر ابداع و یا ساخته نشده است تا بتوان کارایی این دستگاه را با آن‌ها مقایسه کرد. به‌هر حال پیشنهاد می‌گردد آزمایش‌های عملی بیشتری بر روی این سطل انجام شود تا قابلیت‌های این دستگاه و اشکالات احتمالی آن بیشتر مشخص گردد. همچنین تولید انبوه و ارزان‌تر این دستگاه نیازمند همکاری بخش صنعت، به‌ویژه صنایع مرتبط با مدیریت پسماند می‌باشد.