

## ارزیابی کمی پسماند تولیدی در دانشگاه علوم پزشکی مازندران و بررسی قابلیت بازیافت آن

محمد علی ززولی<sup>۱</sup>، سید محمد رضا طیبیان<sup>۲</sup>، داود بلارک<sup>۳</sup>

### چکیده

**مقدمه:** اولین مرحله مدیریت پسماند تعیین میزان اجزاء تشکیل دهنده و سرانه تولید آن می‌باشد. لذا هدف از این مطالعه ارزیابی میزان تولید پسماند دانشگاه علوم پزشکی مازندران و بررسی قابلیت بازیافت آن است.

**روش‌ها:** این مطالعه، یک مطالعه مقطعی بود. در این مطالعه اندازه‌گیری و آنالیز مواد زائد جامد در خوابگاه‌های دانشجویی، سلف سرویس، کافه تریا و بخش اداری دانشگاه علوم پزشکی مازندران انجام گرفت. پسماند تولیدی دانشگاه در طی دو هفته متوالی از یک ماه اندازه‌گیری و درصد و وزن اجزاء تشکیل دهنده آن تعیین شد. مجموع داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

**نتایج:** یافته‌ها نشان داد که پسماند فساد پذیر ۶۶/۷ درصد از کل زباله‌های تولیدی را تشکیل می‌دهد. میزان دیگر اجزای تشکیل دهنده پسماند شامل کاغذ و کارتن، پلاستیک، فلزات، شیشه به ترتیب ۱۹/۲٪، ۱۰/۸٪، ۰/۱۵٪ و ۰/۱۴٪ بود. سرانه تولید پسماند، ۱۴۴ گرم به ازای هر نفر در روز به دست آمد.

**بحث و نتیجه‌گیری:** با توجه به این که بخش مهم پسماند از نوع فسادپذیر است، بنابراین بهترین گزینه برای پسماند دانشگاه، کمپوست کردن آن می‌باشد. همچنین مدیریت بهتر حین تهیه و توزیع غذا می‌تواند یکی از راهکارهای اساسی در راستای کاهش پسماند فسادپذیر باشد.

**واژگان کلیدی:** پسماند، بازیافت، سرانه تولید، مازندران

### مقدمه

بازیافت است و فرآیندی است که طی آن مواد با ارزش موجود در زباله جداسازی و جمع‌آوری شده و به شکل اولیه یا به عنوان مواد خام برای تولید محصولات جدید به کار گرفته می‌شود (۲). بسیاری از متخصصان محیط زیست، بازیافت را به عنوان راه حل اساسی برای کاهش میزان زباله تولیدی و کاهش مصرف منابع طبیعی و در نتیجه کاهش آلودگی‌های

در سال‌های اخیر پسماندهای جامد شهری یکی از مهمترین مسائل زیست محیطی در ایران می‌باشد (۱). تولید روز افزون مواد زائد و دفع غیر اصولی آن در محیط زیست، علاوه بر هزینه‌های دفع، باعث از بین رفتن منابع طبیعی نیز می‌شود (۲). یکی از عناصر مهم در سیستم مدیریت مواد زائد جامد،

۱- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

نویسنده مسئول: داوود بلارک

آدرس: ساری، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط

E-mail: dbalarak2@gmail.com

تلفن: ۰۱۵۱-۲۵۴۳۲۲۷

فکس: ۰۱۵۱-۲۵۴۳۲۲۷

زائد تولیدی خود را، با روش‌های ساده مدیریت مواد زائد جامد، در چارچوب سیستم بزرگ مدیریتی مواد زائد جامد شهری، مدیریت نمایند (۶).

مطالعاتی در زمینه ترکیب اجزاء زباله در ایران در شهرهای کرمان، ارومیه و تبریز انجام شده است. در شهر ارومیه پسماندهای غذایی با ۸۴/۶ درصد بیشترین جزء مواد زائد را تشکیل می‌دادند و بعد از مواد غذایی، پلاستیک و کاغذ و مقوا بیشترین مقدار تولید را با ۸/۴ و ۲/۹ درصد دارا بودند (۷). در شهرهای کرمان و تبریز نیز بیشترین جزء مواد زائد را مواد غذایی تشکیل می‌دادند که میزان آن به ترتیب برابر ۶۳/۴ و ۶۱/۲ درصد بود (۸، ۹). در کشور عمان میزان پسماند غذایی و مواد زائد باغبانی در مواد زائد شهری به ترتیب حدود ۵۳ و ۱۳ درصد برآورد شده است (۱۰). میزان مواد فسادپذیر در مواد زائد کشورمان خیلی بیشتر از کشور نیوزلند می‌باشد که ۳۷ درصد گزارش شده است (۱۱).

دانشگاه علوم پزشکی مازندران با دارا بودن چندین ساختمان اداری، دانشکده‌ها، خوابگاه‌ها و سلف سرویس‌ها، مقادیر زیادی مواد زائد جامد تولید می‌کند. این مواد بدون بازیافت و عملیات کاهش تولید در مبدأ، جمع‌آوری و سپس دفع می‌شوند. میزان تولید مواد زائد با افزایش حجم فعالیت دانشگاه، افزایش تعداد دانشجوی و پرسنل روز به روز افزوده می‌شود که در پی آن مبلغ زیادی را جهت مدیریت آن بر دانشگاه و در نهایت بر جامعه تحمیل می‌کند. بنابراین با پیش‌بینی میزان تولید مواد زائد و تعیین پتانسیل بازیافت آن، می‌توان بخشی از هزینه‌های مدیریت مواد زائد را جبران نمود.

این مطالعه با هدف ارزیابی کمیت و تعیین مقدار اجزاء پسماند تولید شده در خوابگاه‌های دانشجویی،

ناشی از استخراج مواد اولیه و تولید زباله در نظر می‌گیرند (۳). به طور کلی بازیافت کاغذ ۷۴ درصد آلودگی هوا و ۳۵ درصد آلودگی آب را کاهش می‌دهد. هر تن کاغذ بازیافت شده نیز می‌تواند از قطع ۱۷ درخت کوچک جلوگیری کند (۴).

در بررسی‌های به عمل آمده در طرح جامع بازیافت و دفع زباله‌های شهری کشور، مشخص شده است که منطقه خزر شامل استانهای گیلان، مازندران و بخشی از استان گلستان از نظر دفع بهداشتی زباله بخاطر بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی از محدودیت‌های زیادی برخوردارند. بنابراین در این مناطق امکان دفن مواد زائد وجود ندارد (۴). لذا در سیاست‌های مدیریت مواد زائد، کاهش در مبدأ و بازیافت به عنوان گزینه‌های اصلی مطرح هستند (۳).

شناخت منابع و انواع پسماند به همراه اطلاعاتی در مورد ترکیب و نرخ تولید، پایه و اساس طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های مدیریت پسماند می‌باشد (۱، ۵). دلیل اصلی برآورد کمیت پسماند تولید شده، به دست آوردن داده‌هایی است که می‌توان از آن‌ها برای توسعه و اجرای مؤثر برنامه‌های مدیریت پسماند استفاده نمود (۱).

طبق مطالعات انجام شده، میزان سرانه تولید مواد زائد جامد در استان مازندران ۸۴۰ گرم به ازای هر نفر در روز و در ایران ۶۴۰ گرم به ازای هر نفر در روز می‌باشد (۱). در این میان مؤسساتی مانند دانشگاه‌ها، مؤسسات صنعتی و تجاری بزرگ و هتل‌ها نقش مهمی در تولید مواد زائد جامد شهری دارند. مزایای توجه به سطوح مدیریت مواد زائد جامد در مؤسسات نسبتاً قابل ملاحظه است، از جمله این که مؤسسات می‌توانند فعالیت‌ها و مواد

وزن مشخص را دو مرتبه توزین نموده که با توجه به نتایج دو مرتبه اندازه‌گیری با اوزان مختلف، ضریب همبستگی (ICC) معادل ۰/۸۷ شد و پایایی ترازو مورد تایید قرار گرفت.

مواد زائد جامد تولید شده در قسمت‌های مختلف دانشگاه در مکانی خاص جمع‌آوری و بعد از پاره کردن پلاستیک‌ها مواد زائد مشابه با هم مخلوط گردید. مواد زائد تفکیک شده به دو گروه مواد آلی (شامل ۹ دسته: مواد زائد غذایی، کاغذ، مقوا، پلاستیک، منسوجات، لاستیک، چرم، مواد زائد باغبانی، چوب) و گروه مواد معدنی (شامل ۵ دسته: شیشه، قوطی‌های حلبی، آلومینیوم، سایر فلزات، خاکروبه، خاکستر و غیره) تقسیم شدند. بعد از تفکیک مواد زائد مختلف مواد آلی و معدنی، هر قسمت در ظرف استوانه‌ای ریخته شده و با استفاده از ترازو، وزن و یادداشت گردید. از روی این اعداد ثبت شده، میزان مواد قابل بازیافت محاسبه گردید (۱۲). علاوه بر نمونه‌برداری انجام شده، اطلاعات تعداد و نوع غذای تحویل داده شده در سلف سرویس‌های کارمندان و دانشجویان از واحد امور دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی مازندران اخذ و مورد آنالیز قرار گرفت. شاخص‌های آماری مورد استفاده مانند میانگین و انحراف معیار توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ محاسبه و داده‌های بدست آمده توسط نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۰۷ به صورت نمودار و جدول نشان داده شد.

### نتایج

نتایج حاصل از این مطالعه در ۴ بخش شامل روند تغییرات تعداد غذای تحویل داده شده، مقدار پسماند سلف سرویس‌ها و کافه تریا، پسماند خوابگاه‌های

سلف سرویس‌ها و ساختمان‌های اداری دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران و بررسی قابلیت بازیافت آن و نیز تحلیل تغییرات تولید برحسب نوع مواد غذایی عرضه شده، انجام گرفته است.

### مواد و روش‌ها

این مطالعه، یک مطالعه مقطعی بود که در مجتمع دانشگاه علوم پزشکی مازندران در سال ۱۳۹۰ انجام شد. تجهیزات مورد استفاده در این مطالعه برای اندازه‌گیری مواد زائد، یک ترازو به ظرفیت ۱۲۰ کیلوگرم و یک ظرف استوانه‌ای به حجم ۶۰ لیتر برای جمع‌آوری و وزن کردن زائدات بود. دیگر وسایل مورد استفاده دستکش، چکمه و ماسک صورت برای حفاظت فردی بود.

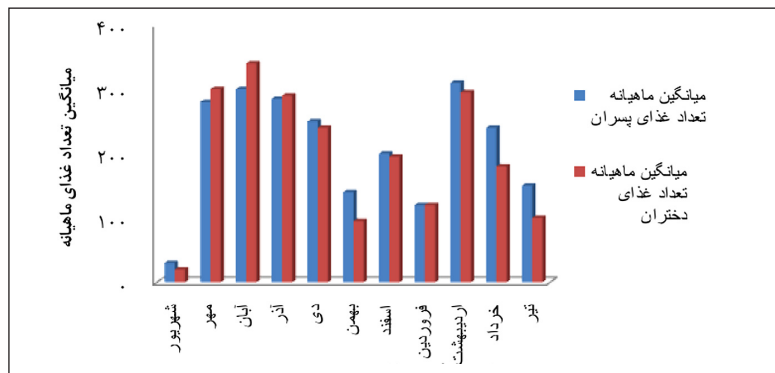
در این مطالعه اندازه‌گیری مواد زائد جامد تولید شده در خوابگاه‌های دانشجویی، سلف‌سرویس، کافه تریا، بخش اداری (ساختمان مرکزی دانشگاه علوم پزشکی و ساختمان معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران) و محل جمع‌آوری پسماند مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم (ص) انجام گردید. برای نمونه‌برداری از مواد زائد جامد خوابگاه‌های دانشجویی، خوابگاه شماره یک تا نه مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع در خوابگاه‌های مورد بررسی ۸۵۸ نفر (۴۱۲ مرد، ۴۴۶ زن) سکونت داشتند.

آنالیز روی کل زباله‌های تولید شده در طی دو هفته انجام شد. برای توزین از ترازو استفاده شد. برای اطمینان از کالیبره بودن ترازو، ضریب خود همبستگی (ICC) با استفاده از توزین پنج وزنه با اوزان مشخص تعیین شد. بدین منظور پنج وزنه با

دانشجویی و پسماند بخش‌های اداری بررسی شد که به ترتیب به بیان آن‌ها می‌پردازیم.

روند تغییرات تعداد غذای تحویل داده شده به صورت میانگین در طول سال در نمودار ۱ نشان داده شده است. تعداد غذای تحویل داده شده متغیر است و نمودار نشان می‌دهد که در تعطیلات این تعداد کاهش می‌یابد. حداقل تعداد غذای تحویل داده شده سلف سرویس برای پسران و دختران، ۴۰ و ۶۰ و حداکثر آن به ترتیب ۴۰۴ و ۴۸۴ پرس در وعده ناهار بوده است. میانگین تعداد غذای تحویل

داده شده برای پسران و دختران به ترتیب  $230 \pm 94$  و  $233 \pm 85$  پرس بود. همان طوری که در نمودار ۱ دیده می‌شود، روند تغییرات تعداد غذای تحویل داده شده سلف از شهریور ماه تا آبان روند افزایشی دارد و با نزدیک شدن به دی ماه و شروع ایام امتحانات کاهش می‌یابد و مجدداً با شروع نیمسال دوم تحصیلی افزایش یافته و روند افزایشی تا تیر ماه و آغاز امتحانات نیمسال دوم تحصیلی ادامه می‌یابد. برنامه غذایی مورد طبخ در وعده ناهار در جدول ۱ آمده است.



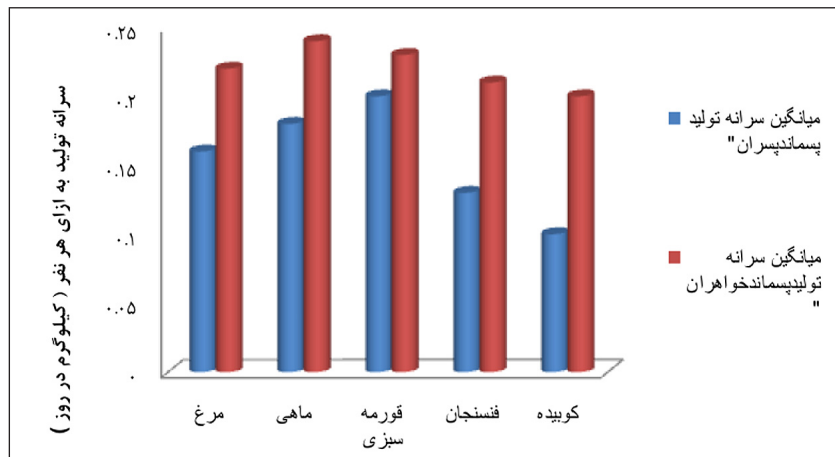
نمودار ۱: میانگین غذای تحویلی سلف سرویس دانشجویان در ماه

جدول ۱: برنامه غذایی هفتگی سلف سرویس دانشجویان

روز	نوع غذا	مخلفات
شنبه	چلو مرغ	ماست
یکشنبه	سبزی پلو ماهی	ماست
دوشنبه	قورمه سبزی	ماست و میوه
سه شنبه	فسنجان	ماست
چهارشنبه	چلو کوبیده	ماست و دوغ

سبزی افزایش یافته و به ترتیب به حدود ۲۴۶ و ۲۴۵ گرم رسیده است. در روز عرضه چلوکوبیده سرانه تولید به حدود ۲۰۴ گرم به ازای هر نفر در روز کاهش می‌یابد. نمودار ۲ به مقایسه سرانه تولید پسماند دانشجویان دختر و پسر در سلف سرویس می‌پردازد. براساس این نمودار سرانه تولید پسماند دختران بسیار بیشتر از پسران می‌باشد. اختلاف میزان تولید در بعضی از موارد به ۱۰۰ گرم به ازای هر نفر در روز می‌رسید.

روند تغییرات میزان سرانه تولید پسماند نسبت به نوع غذا توزیع شده در سلف سرویس دانشجویان پسر نشان می‌دهد که میزان سرانه تولید پسماند در روز طبخ قورمه سبزی افزایش یافته و به حدود ۱۹۶ گرم می‌رسد. همچنین سرانه تولید پسماند پسران در روز عرضه چلوکوبیده به کمترین میزان و حدود ۱۰۰ گرم به ازای هر نفر در روز کاهش می‌یابد. در بخش سلف سرویس دانشجویان دختر، میزان سرانه تولید پسماند در روز طبخ پلو ماهی و قورمه



نمودار ۲: میانگین سرانه تولید پسماند به ازای هر غذا در سلف دانشجویان

جدول ۲: میزان کل انواع مواد زائد تولیدی در غذاهای طبخ شده مختلف در سلف دانشجویان

انواع پسماند تولیدی نوع غذا	میزان کل انواع مواد زائد تولیدی در غذاهای طبخ شده مختلف در سلف دانشجویان			
	مواد غذایی (کیلوگرم)	کاغذ (کیلوگرم)	مقوا (کیلوگرم)	پلاستیک (کیلوگرم)
چلو مرغ	۹۷	۱/۷	۵/۱	۴/۹
پلوماهی	۱۲۰	۲	۲	۴
قورمه سبزی	۱۲۳	۱/۵	۲/۱	۱۲
فسنجان	۱۰۴	۱	۳/۱	۴/۳
چلوکوبیده	۶۷	۱/۲	۱	۱۷

میزان می‌باشد و میزان سرانه تولید در روزهای آخر هفته افزایش می‌یابد. در جدول ۲ اجزای مواد زائد خوابگاه‌ها همراه با سایر قسمت‌ها به صورت کامل نشان داده شده است.

در بخش پسماند اداری؛ پسماند ساختمان مرکزی دانشگاه، ساختمان معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه و نیز محل ذخیره پسماند مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم (ص) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی پسماند تولید شده در ساختمان مرکزی دانشگاه نشان داد که سرانه تولید پسماند به ازای هر نفر در روز حداقل ۱۸۶ و حداکثر ۲۱۶ گرم در ساختمان مرکزی دانشگاه می‌باشد.

زباله ساختمان مرکزی دانشگاه از سه جزء اصلی کاغذ، مواد غذایی و پلاستیک تشکیل شده است که بیش از ۵۰ درصد پسماند تولید شده در این مکان را کاغذ به خود اختصاص داده است.

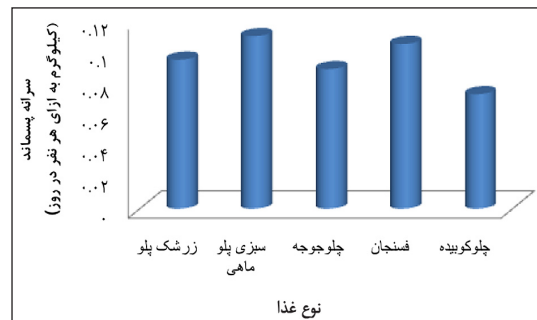
در ساختمان معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه، سرانه تولید پسماند به ازای هر نفر در روز حداقل ۱۰۸ و حداکثر ۱۵۲ گرم می‌باشد که ۶۷ درصد پسماند تولید شده در این مکان را کاغذ به خود اختصاص داده است.

با توجه به نتایج، سرانه تولید پسماند در مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم ۶۰ گرم به ازای هر نفر در روز می‌باشد که ۵۰ درصد از این مواد را کاغذ و ۲۰ درصد مواد غذایی و بقیه سایر مواد زائد می‌باشد. بخش‌های اداری از جمله ساختمان مرکزی دانشگاه و ساختمان معاونت تحقیقات و فناوری با سرانه تولید پلاستیک به ترتیب ۳۰ و ۲۱/۷ گرم بیشترین سرانه تولید و مجتمع پیامبر اعظم کمترین میزان را نشان می‌دهند.

با توجه به جدول ۳ مواد غذایی با ۶۶/۷ درصد و کاغذ با ۱۵/۸ درصد و پلاستیک با ۱۰/۹ درصد و مقوا با ۳/۴ درصد، بیشترین اجزای تشکیل دهنده پسماند دانشگاه علوم پزشکی مازندران می‌باشند.

با توجه به جدول ۲ بیشترین میزان تولید پسماند فسادپذیر مربوط به روز دوشنبه و غذای قورمه سبزی می‌باشد. میزان تولید پلاستیک در روز چهارشنبه به دلیل وجود ماست و دوغ با ظروف پلاستیکی افزایش یافته است. با تفکیک اجزاء پسماند سلف سرویس دانشجویان مشخص شده است که مواد غذایی، پلاستیک، مقوا و کاغذ به ترتیب ۹۰، ۷/۵، ۱/۲ و ۱/۳ درصد از پسماند را تشکیل می‌دهند.

تعداد غذای تحویل داده شده سلف سرویس کارمندان تقریباً مقدار ثابتی است و به ۲۷۵ پرس غذا می‌رسد و سرانه تولید بسته به نوع غذای طبخ شده متغیر می‌باشد. نمودار ۳ تغییرات سرانه تولید پسماند در سلف سرویس کارمندان را نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار در روزهای طبخ سبزی پلو ماهی و فسنجان سرانه تولید پسماند افزایش و در روزهای طبخ چلوکوبیده و چلو جوجه کاهش می‌یابد. حداقل سرانه تولید پسماند ۷۰ و حداکثر ۱۱۲ گرم می‌باشد. ۷۵ درصد پسماند تولیدی در سلف سرویس کارمندان، مواد غذایی و ۱۹ درصد پلاستیک، ۴ درصد مقوا و ۲ درصد کاغذ می‌باشد.



نمودار ۳: سرانه تولید پسماند نسبت به نوع غذا در سلف سرویس کارمندان

در این مطالعه همچنین پسماند خوابگاه دانشجویی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میزان وزنی پسماند تولید شده در روز شنبه که مجموع زباله روزهای چهارشنبه الی جمعه می‌باشد، بیشترین

جدول ۳: ترکیب اجزای تشکیل دهنده پسماند تولید شده در بخش های مختلف دانشگاه علوم پزشکی مازندران

مکان	میانگین وزن مواد زائد تولید شده (کیلوگرم در روز)	درصد مواد زائد	وزن اجزاء (کیلوگرم در روز)						
			مواد غذایی	کاغذ	مقوا	پلاستیک	منسوجات	شیشه	قوطی حلبی
کافه تریا	۳۳	۱/۶۵	۲/۵	۰	۱۳	۷	۰	۸	۲/۵
سلف سرویس ها	۷۲۶/۵	۳۶/۵	۶۰۷/۸	۷/۲	۱۸	۹۳/۵	۰	۰	۰
خوابگاه ها	۸۱۰/۵	۴۰/۷۲	۵۹۰	۸۹/۳	۳۲/۵	۵۹/۵	۰/۲	۱۶	۲۳
بخش اداری	۴۲۰	۲۱/۱	۱۲۷/۵	۲۱۸/۵	۶	۵۶	۱	۵	۶
مجموع	۱۹۹۰		۱۳۲۷/۸		۶۹/۵	۲۱۶	۱/۲	۲۹	۳۱/۵
در صد از کل		۱۰۰	۶۶/۷		۳/۴	۱۰/۸	۰/۰۰۱	۰/۱۴	۰/۱۵

### بحث

اولین اصل از سیستم مدیریت مواد زائد جامد آگاهی از کمیت و کیفیت مواد زائد تولیدی است که بسته به نوع منطقه تولیدی، فعالیت صورت گرفته و نحوه زندگی و شرایط آب و هوایی متفاوت است (۱۳). در این مطالعه بیشترین مقدار زباله تولیدی مربوط به پسماندهای فساد پذیر می باشد که ۶۶/۷ درصد از کل زباله های تولیدی را به خود اختصاص می دهد و با مطالعه ساعی فر و همکاران که بر روی پسماند دانشگاه علوم پزشکی ارومیه انجام شده است و بیشترین جزء پسماند را مواد فساد پذیر تشکیل می دهد مطابقت دارد (۷). همچنین با مطالعه ای که در کشور تانزانیا بر روی پسماند مراکز آموزش عالی انجام شده و میزان مواد زائد غذایی و سبزیجات بیشتر از بقیه مواد بوده است، مطابقت دارد (۶). با این وجود با مطالعه ای که در کشور نیوزیلند انجام شده است و میزان مواد فساد پذیر تنها ۳۷ درصد گزارش شده است، همخوانی ندارد. این اختلاف احتمالاً به خاطر وجود سیستم تغذیه ای متفاوت و

برنامه ریزی برای کاهش تولید در مبدأ در این کشور می باشد (۱۱).

کاغذ و پلاستیک در مجموع در حدود ۲۵ درصد از زباله تولیدی را تشکیل می دهند و میزان کاغذ دفعی در بخش خوابگاه ها و بخش های اداری در طی یک هفته به ترتیب ۸۹ و ۲۱۸ کیلوگرم بوده است که حدود ۲۸ و ۷۰ درصد کل کاغذ تولیدی دانشگاه را به خود اختصاص می دهند و سرانه هر فرد در روز به طور متوسط ۲۰ گرم می باشد که با سرانه بدست آمده در مطالعه پسماند دانشگاه علوم پزشکی کرمان مشابهت دارد (۸). در مطالعه ای که توسط ززولی و همکاران بر روی پتانسیل تولید کاغذ زائد در بخش های اداری در سال ۱۳۸۶ صورت گرفته است، میزان سرانه تولید هر کارمند در ساختمان مرکزی دانشگاه علوم پزشکی مازندران ۴۰۰ گرم در روز بوده است (۳). در صورتی که طبق این مطالعه میزان آن به ۱۰۰ گرم در روز کاهش یافته است که به نظر می رسد استفاده از سیستم اتوماسیون اداری یکی از دلایل قوی در ایجاد این کاهش بوده است. میزان

زیست بوده و مشکلات جمع آوری و دفع را به وجود می آورد.

بیشترین میزان فلز در پسماند، مربوط به قوطی‌های تن ماهی و کنسرو بود. بیشترین سهم فلز تولید شده از مجموع پسماند فلزی دانشگاه در خوابگاه‌های دانشجویی و در حدود ۷۳٪ از کل پسماند فلزی بود. درصد وزنی قوطی حلبی در پسماند خوابگاه‌ها کمتر از ۱٪ می باشد و با مطالعه ایزانلو که میزان فلزات در پسماند خوابگاه‌های کرمان را ۱/۳۳٪ گزارش کرده است، مطابقت دارد (۸).

با توجه به وجود مقدار زیاد پسماند آلی در ترکیب اجزای تشکیل دهنده مواد زائد دانشگاه، از نظر اقتصادی سیستمی که بر پایه تولید انرژی باشد، می تواند مفید واقع شود که این مطلب با نتایج بدست آمده در مطالعه ایزانلو و همکاران در مورد مواد زائد تولیدی خوابگاه علوم پزشکی کرمان مطابقت دارد (۸). زباله سوز بهترین سیستم برای تولید انرژی از مواد زائد می باشد، ولی فرایند سوزاندن به دلیل تولید گازهای سمی و گلخانه‌ای شامل اکسیدهای ازت و گوگرد، ذرات معلق، گازهای اسیدی، دی‌اکسیدکربن و مخصوصاً فوران‌ها و دی‌اکسین‌ها و انواع هیدروکربن‌های حلقوی، نیاز به کنترل و هزینه نگهداری بالایی دارد (۵، ۱۷). متأسفانه در دانشگاه علوم پزشکی مازندران سیستم موجود برای دفع مواد زائد، سیستم سوزاندن می باشد و در پشت محوطه آشپزخانه این کار انجام می شود. با توجه به این نکته که بیشترین جزء مواد زائد جزء فسادپذیر آن می باشد، بنابراین استفاده از سیستم کمپوست کردن می تواند راه حل مفیدی برای جلوگیری از سوزاندن ۶۷٪ پسماند تولیدی باشد و می توان این قسمت مواد زائد را به تاسیسات کمپوست شهری انتقال داد. ولی از

وزنی تولید کاغذ در خوابگاه‌های دانشجویی در این مطالعه ۱۱/۷ کیلوگرم در روز می باشد که در مطالعه پسماند خوابگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی کرمان ۱۰/۵۴ کیلوگرم در روز بوده است (۸). برنامه‌های بازیافت کاغذ یکی از ساده‌ترین برنامه‌های موجود در تمام دانشگاه‌های دنیا می باشد که بطور موفقیت آمیزی در کشورهای در حال توسعه نیز قابل انجام می باشد. از جمله در دانشگاه Rhodes در کشور آفریقای جنوبی با برنامه ریزی صحیح که همراه با افزایش آگاهی دانشجویان و کارمندان دانشگاه بوده، ۸۰٪ کاغذ مصرفی بازیافت و به چرخه مصرف برگردانده شده است (۱۴).

پلاستیک و لاستیک‌ها از جمله پلیمرهای مصنوعی به شمار می روند که بازیافت اصولی و صحیح آن می تواند نقش بسیار مهمی در جلوگیری از آلوده شدن محیط زیست داشته باشد. منابع اصلی تولید کننده پلاستیک عبارتند از بخش سلف سرویس، خوابگاه‌ها و بخش‌های اداری که به ترتیب ۴۴، ۲۵ و ۲۶ درصد پسماند پلاستیک تولیدی را به خود اختصاص می دهند. میزان پلاستیک موجود در این تحقیق برابر با میزان پلاستیک در مطالعه‌ای است که در مالزی انجام شده است و می تواند به علت مشابه بودن پسماند کاغذ در مالزی و ایران باشد (۱۵). در تحقیق دیگری که در Liberal Arts Institution در کشور آمریکا انجام شده است، میزان پلاستیک حدود ۸ تا ۱۰٪ برآورد شده است که به نظر می رسد این میزان پسماند پلاستیکی در مواد زائد دانشگاه مقدار منطقی و متوسطی باشد (۱۶). علاوه بر این، حجم بسیار زیادی از ظروف یکبار مصرف در مراکز سلف سرویس دانشجویی تولید می شود که عدم بازیافت آن تهدید جدی در آلودگی محیط



آن جایی که شهر ساری فاقد سیستم کمپوست‌سازی می‌باشد، بنابراین تخصیص یک قسمت از محوطه دانشگاه برای تأسیس فرایند کمپوست کردن می‌تواند راه حل خوبی برای مواد زائد تولیدی باشد. برای مواد زائد قابل بازیافت مانند کاغذ، پلاستیک، مقوا و فلزات نیز می‌توان از سیستم بازیافت شهری برای انتقال دادن این مواد جهت بازیافت استفاده کرد یا در محوطه دانشگاه مکان کوچکی با پرسنل ثابت را برای سایت بازیافت در نظر گرفت.

با استفاده از سیستم بازیافت صحیح طی ده سال، میزان مواد بازیافتی در محل در کشور دانمارک از ۱۴٪ به ۱۸٪ رسیده است که می‌تواند الگوی صحیحی برای استفاده در مناطق کشورمان باشد (۱۸). در دانشگاه کلمبیا نیز حدود ۷۰٪ مواد زائد تولیدی از طریق عملیات بازیافت و کمپوست به چرخه مواد برگشته و از هدر رفت مواد و آسیب به محیط زیست جلوگیری می‌شود. نکته مهم این است که رسیدن به این مرحله در عرض ۵ سال اتفاق افتاده و می‌تواند الگوی مناسبی برای تمام دانشگاه‌ها باشد (۱۹).

یکی از مهمترین عوامل مؤثر در مدیریت مواد زائد در دانشگاه، میزان مشارکت دانشجویان و کارمندان دانشگاه می‌باشد و راه اصلی، افزایش علاقه عمومی و مشارکت دانشجویان و کارمندان در برنامه‌های بازیافت و افزایش آگاهی و نگرش افراد به موضوع بازیافت می‌باشد که در دانشگاه‌های مختلف دنیا این کار با برنامه‌ریزی در کلاس‌های مدون انجام می‌شود (۲۰). اما متأسفانه تحقیقات انجام شده در ایران نشان می‌دهد که متوسط سواد بهداشتی دانشجویان در مورد بازیافت پایین است (۲۱).

لیست غذایی در دانشگاه‌های مختلف کشور متفاوت است. بنابراین تحقیق حاصل برای یک

دانشگاه صادق بوده و باید در دانشگاه‌های دیگر کشور هم انجام شود و بهترین مدل از روش‌های مدیریت مواد زائد برای منطقه مورد نظر پیشنهاد گردد. همچنین به خاطر تغییر لیست غذا در فصل‌های مختلف در تمام دانشگاه‌ها، به خصوص دانشگاه علوم پزشکی مازندران باید این کار در تمام فصول تکرار شود.

توجه به پسماند دانشگاه‌ها و بازیافت مواد از این نوع زباله علاوه بر بعد اقتصادی و زیست محیطی، از نقطه نظر ایجاد حس مسئولیت و اصلاح الگوی مصرف در دانشجویان، ایجاد نگرش مثبت نسبت به کاربرد زباله و ایجاد انگیزه برای تفکیک از مبدأ، تولید و پاکسازی محیط زیست حائز اهمیت است.

### نتیجه‌گیری

مهمترین نکات و پیشنهادات حاصل از این تحقیق می‌تواند ساختن سایت برای سیستم کمپوست و بازیافت، توجه به کاهش تولید زباله در مبدأ، کاهش مصرف کالاهای یک بار مصرف، خرید و استفاده از وسایل با عمر طولانی، خرید کالا و مواد غذایی در حد نیاز و نگهداری و مصرف در کوتاه مدت، بالا بردن کیفیت غذا و تهیه غذاهای با مقبولیت بالا برای کاهش دور ریز باشد.

### تشکر و قدردانی

بدینوسیله از کمیته تحقیقات دانشجویی و معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران که منابع مالی این تحقیق را تأمین نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

## References

1. Nabizadeh R, Heidari M, Hassanvand MS. Municipal solid waste analysis in Iran. *Iran J Health Environ* 2008; 1(1): 9-18.
2. Farzadkia M, Dalvand A, Taghdisi MH. Evaluation of economic and environmental aspects of paper and paperboard recycling from municipal solid wastes of Isfahan city. *Zahedan J Res Med Sci* 2008; 10(3): 237-46.
3. Zazouli MA, Mohseni Bandpei A, Eslami A, Sadeghi A. Survey on paper recycling potential in the head offices of Mazandaran province. *Iran J Health Environ* 2009; 1(2): 99-104.
4. Abdoli MA. Municipal solid waste recycling (reduce, reuse). 3 ed. Tehran: Tehran University Publications; 2009.
5. Omrani GA. Solid waste (recycling). 4 ed. Tehran: Andishe Rafie Publications; 2010.
6. Mbuligwe SE. Institutional solid waste management practices in developing countries: a case study of three academic institutions in Tanzania. *Resources, Conservation and Recycling* 2002; 35(3): 131-46.
7. Saeefar AR, Aghapour AA, Mohammadi Boyini A. Potential of recycling energy from organic waste of Urmia University of Medical Sciences in 2010. Fifth Conference on Solid Waste Management; Mashhad. 2010. p. 250.
8. Izanloo H, Malakoutian M, Masraghani M, Parizi A, Mahmoudian MH, Yavari Z. Investigation of the possibility of recycling solid waste and improving the consumption pattern of Student Dormitories of Kerman University of Medical Sciences. Fifth National Conference on Solid Waste Management; Mashhad. 2010. p. 207.
9. Taghizade S, Ghasemzade H, Dadashi D. An overview of solid waste management at world universities and evaluating it at the University of Tabriz. *J Iranian Natural Res* 2008; 54(2): 32-41.
10. Taha R, Al-Rawas A, Al-Jabri K, Al-Harthy A, Hassan H, Al-Oraimi S. An overview of waste materials recycling in the Sultanate of Oman. *Resources, Conservation and Recycling* 2004; 41(4): 293-306.
11. Mason IG, Oberender A, Brooking AK. Source separation and potential reuse of resource residuals at a university campus. *Resources, Conservation and Recycling* 2004; 40(2): 155-72.
12. Raghimi M, Yaghmaei F, Shahpasanzade M, Gholipour M. Investigation of physical analysis of Household solid wastes with aspect of recycling (case study: Gorgan city). *J Agricultural Sci Natural Resources* 2006; 13(3): 172-9.
13. Abdoli M. Municipal solid waste management system and control methods. 1 ed. Tehran: Material Recycling and Conversion Organization; 1993.
14. Amutenya N, Shackleton CM, Whittington-Jones K. Paper recycling patterns and potential interventions in the education sector: a case study of paper streams at Rhodes University, South Africa. *Resources, Conservation and Recycling* 2009; 53(5): 237-42.
15. Saeed MO, Hassan MN, Mujeebu MA. Assessment of municipal solid waste generation and recyclable materials potential in Kuala Lumpur, Malaysia. *Waste Manag* 2009; 29(7): 2209-13.
16. Baldwin E, Dripps W. Spatial characterization and analysis of the campus residential waste stream at a small private liberal arts institution. *Resources, Conservation and Recycling* 2012; 65: 107-15.
17. Zazouli MA, Belarak D, Mahdavi Y, Barafraشتهpour M. A quantitative and qualitative investigation of Tabriz solid waste. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2013; 22(2): 86-90.
18. Larsen AW, Merrild H, Moller J, Christensen TH. Waste collection systems for recyclables: an environmental and economic assessment for the municipality of Aarhus (Denmark). *Waste Manag* 2010; 30(5): 744-54.
19. Smyth DP, Fredeen AL, Booth AL. Reducing solid waste in higher education: the first step towards greening a university campus. *Resources, Conservation and Recycling* 2010; 54(11): 1007-16.
20. Kelly TC, Mason IG, Leiss MW, Ganesh S. University community responses to on-campus resource recycling. *Resources, Conservation and Recycling* 2006; 47(1): 42-55.
21. Hashemi M, Khanjani N, Saber M, Kargar Fard N. Evaluating health literacy of Kerman Medical University, School of Public Health students about recycling solid waste. *J Educ Health Promot* 2012; 1: 1-4.

## The Quantity of Waste Produced at Mazandaran University of Medical Sciences and Evaluating the Possibility of Recycling

Mohammad Ali Zazouli<sup>1</sup>, Seyed Mohammad Reza Tayban<sup>2</sup>, Davoud Balarak<sup>3</sup>

### Abstract

**Background:** The first step of solid waste management is identification of its composition and the amount of solid waste production per capita. The aim of this research was to estimate the quantity of solid waste production at Mazandaran University of Medical Sciences and the possibility of recycling.

**Methods:** This study was a cross-sectional study. The quantity of solid waste production was measured at the student dormitories, self-service, cafeteria and administrative sections of Mazandaran University of Medical Sciences. The solid waste produced during two consecutive weeks in one month was weighted and the weight and percent of its components were determined. The obtained data was statistically analyzed by using SPSS 16.

**Results:** The results showed that putrescible waste was approximately 66.7% of the total solid waste produced. The share of other components of waste such as paper & cardboard, plastic, metals and glass was 19.2%, 10.8%, 0.15% and 0.14% respectively. Solid waste production rate was 144 grams per capita per day.

**Conclusion:** As the main content of solid waste is putrescible, the best alternative for the University's solid waste is to convert it into compost. Also better management in preparation and distribution of food can be one main strategy to reduce putrescible waste.

**Keywords:** Waste, recycling, per capita production rate, Mazandaran.

1- Department of Environmental Health Engineering, Health Sciences Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

2- BSc Student, Department of Environmental Health, School of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

3- MSc Student, Department of Environmental Health, School of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

**Corresponding Author:** Davoud Balarak

**E-mail:** dbalarak2@gmail.com

**Address:** Department of Environmental Health, School of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

**Tel:**0151-3543227

**Fax:**0151-3543227