مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره هجدهم ، شماره اول، بهار ۱۴۰۴، صفحات ۷۱ تا ۹۴

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

برآورد میزان تولید پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی خانوارها و ادارات دولتی شهر آباده طشک استان فارس با استفاده از روش استفاده و مصرف

فاطمه زورمند[۱]، قاسم حسنی[۱]، نرگس روستایی[۲]، سهیلا رضایی[۳،۱*]

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و علوم تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، یاسوج، ایران
۲- گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت و علوم تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، یاسوج، ایران
۳- مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، یاسوج، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۳
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۷
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۳/۰۷

واژگان کلیدی: پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی، پسماندهای خطرناک، مدیریت پسماند، آباده طشک

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
s.rezaei85@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: گسترش فناوری در دهه‌های اخیر سبب افزایش مصرف محصولات الکترونیک تا میزان ۲/۵ million tons/year در جهان شده است. با این‌حال داده‌های محلی محدودی از میزان تولید پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی وجود دارد. لذا هدف این مطالعه برآورد میزان تولید و درصد اجزای با ارزش و خطرناک پسماندهای الکترونیکی خانوارها و ادارات دولتی شهر آباده طشک است.

روش بررسی: ابتدا تعداد ۲۷ قلم از تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی موجود در ۲۰۰ خانوار و ۴۰ اداره دولتی شهر آباده طشک در سال ۱۴۰۱، با استفاده از پرسشنامه تعیین و سپس با روش استفاده و مصرف و بر اساس میانگین وزن و طول عمر تجهیزات، میزان تولید این پسماندها برآورد گردید. اجزای با ارزش شامل آهن، مس، آلومینیوم، پلاستیک، نقره، طلا، قلع و روی و اجزای خطرناک آنها شامل کبالت، باریوم، آرسنیک، آنتیموان، کروم، نیکل، سرب و جیوه نیز تعیین شدند.

یافته‌ها: سرانه پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی به ازای هر خانوار ۲۵ kg/year و به ازای هر نفر ۷/۹ kg/year برآورد گردید. میزان کل این پسماندها در ادارات دولتی ۳/۵۳ tons/year بود. وزن کل ترکیبات با ارزش ۵۷۴/۸۵ و ۲۴/۴۱ kg و وزن کل ترکیبات خطرناک نیز ۲۵/۹۹ و ۱/۰۷ kg به ترتیب برای خانوارها و ادارات دولتی برآورد شد. نتایج نشان داد که آهن و پلاستیک بیش از ۷۰ درصد وزن ترکیبات با ارزش و آرسنیک و سرب بیش از ۶۰ درصد وزن ترکیبات خطرناک این پسماندها را شامل می‌شوند.

نتیجه‌گیری: با توجه به وجود ترکیبات با ارزش در پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی شهر آباده طشک و امکان بازیافت آنها و از سوی دیگر به علت امکان ورود ترکیبات خطرناک این پسماندها به محیط و ایجاد اثرات نامطلوب در انسان و محیط‌زیست، برنامه‌ریزی جهت مدیریت این پسماندها ضروری به نظر می‌رسد.

Please cite this article as: Zoormand F, Hassani Gh, Roustaei N, Rezaei S. Estimation of the amount of electrical and electronic waste (e-waste) generated by households and government offices in Abadeh Tashk city, Fars province, using the consumption and use method. Iranian Journal of Health and Environment. 2025;18(1):71-94.

Copyright © 2025 Iranian Association of Environmental Health، and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted، provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

مقدمه

پیشرفت‌های فناوری که در دهه‌های اخیر به‌ویژه پس از سومین انقلاب صنعتی در دهه ۱۹۷۰ رخ داد، محصولات متنوعی جهت رفاه در اختیار مردم جهان قرارداد که بخش وسیعی از آن را تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی تشکیل داده و بیشترین رشد تقاضا در جامعه را دارا هستند. پیامد منفی این میزان رشد، افزایش تولید پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی است که به یکی از نگرانی‌های مهم محیط زیستی تبدیل شده است (۱، ۲). پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی به هر وسیله الکتریکی و الکترونیکی اطلاق می‌شود که عمر مفید آن پایان یافته است (۳، ۴). بر اساس گزارش‌های منتشر شده از پایش جهانی (Global e-waste monitor)، پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی در سال ۲۰۱۹، million tons/year ۵۳/۶ پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی در جهان تولید شده است که در مقایسه با سال ۲۰۱۴، ۲۰/۷۲ درصد رشد داشته است. از این میزان پسماند، آسیا با حداکثر million tons/year ۲۴/۹ در صدر فهرست تولیدکننده‌های پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی قرار دارد. پس از آن امریکا با million tons/year ۱۳/۱ و اروپا با million tons/year ۱۲ قرار دارند. در منطقه آسیا، چین با million tons/year ۱۰/۱، هند million tons/year ۳/۲۳، ژاپن million tons/year ۲/۵۷ و اندونزی million tons/year ۱/۶۲ بزرگ‌ترین تولیدکننده‌های پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی هستند (۵-۷). جنبه مثبت این حجم عظیم پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی، توجه به آنها به‌عنوان معادن غیرطبیعی فلزات است. به‌عنوان مثال در مسابقات المپیک و پاراالمپیک در سال ۲۰۲۰ در شهر توکیو ژاپن tons ۷۸۹۸۵ پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی در سراسر کشور جمع‌آوری گردید و حدود kg ۳۲ طلا، kg ۳۵۰۰ نقره و kg ۲۲۰۰ برنز از آنها جهت تولید مدال‌های المپیک بازیابی شد (۵). بر اساس مطالعات صورت گرفته پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی حدود ۵۰ درصد (وزن/وزن) فولاد و آهن، ۱۰-۳۰ درصد (وزن/وزن) پلاستیک به شکل پلی کربنات یا پلی استیرن را شامل می‌شوند. علاوه بر این ۵۵ فلز مختلف نظیر مس، روی، نیکل، سرب، آرسنیک، جیوه، کروم، کادمیوم، طلا، نقره، پالادیم و پلوتونیوم را نیز دارا هستند. شایان ذکر است که میزان مس موجود در پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی ۴۰ برابر میزان آن در سنگ معدن طبیعی است. از این‌رو پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی منبعی از فلزات با ارزش هستند و می‌توانند به‌عنوان منبع ثانویه در نظر گرفته شوند که بازیابی آنها با هزینه کمتری انجام می‌شود (۵، ۸). این پسماندها به‌رغم دارا بودن اجزای با ارزش جهت بازیافت، ترکیبات خطرناکی مانند نیکل، برم، سرب و ترکیبات سمی را نیز شامل می‌شوند که در صورت رها شدن در محیط، آسیب‌های جبران‌ناپذیری را به محیط‌زیست و سلامت انسان وارد می‌کنند. عوارض جانبی مواجهه با این ترکیبات شامل آسیب به دی‌اکسی‌ریبونوکلئیک‌اسید و ایجاد جهش، مشکلات قلبی-عروقی، اختلالات پوستی، سرطان، مشکلات شنوایی، اختلالات عصبی، اختلالات یادگیری و اثرات تنفسی هستند. از این‌رو به‌منظور حفاظت محیط‌زیست و سلامت انسان مدیریت مناسب این پسماندها بسیار حائز اهمیت است (۹). بنابراین برآورد مقدار پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی و تخمین میزان فلزات با ارزش با هدف روزآمد کردن اطلاعات در مدیریت برنامه‌ریزی و بازیافت آنها در جهت حفاظت از محیط‌زیست و سلامت انسان ضروری است. لذا این مطالعه باهدف برآورد میزان تولید پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی در شهر آباده طشک استان فارس در سال ۱۴۰۱ انجام شد تا اطلاعات مناسبی جهت برنامه‌ریزی سیستم مدیریت پسماند در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار دهد.

مواد و روش‌ها

آباده طشک شهری در استان فارس و مرکز شهرستان بختگان است که در امتداد رشته‌کوه‌های زاگرس فارس و در ساحل شرقی دریاچه‌های طشک و بختگان واقع شده است (شکل ۱). این شهر در سال ۱۴۰۱ دارای ۸۱۲۵ نفر جمعیت و ۲۵۷۸

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

خانوار بود. در مطالعه حاضر، حجم نمونه تصادفی بر اساس مطالعه Alavi و همکاران (۱۰) با استفاده از معادلات ۱ و ۲ محاسبه شد و با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵ درصد، z=۱/۹۶، p=۰/۵ و d=٪ ۷ حجم نمونه ۱۸۲ خانوار به دست آمد که به‌منظور افزایش دقت و احتمال ریزش، حجم نمونه ۲۰۰ خانوار به‌صورت خوشه‌ای از مناطق مختلف شهر (شمال، مرکز و جنوب) محاسبه گردید. کل ادارات دولتی شهر (۴۰ اداره) به‌استثنای مراکز نظامی نیز جهت بررسی میزان تولید پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی در نظر گرفته شدند.

$$ss = \frac{z^2(p(1-p))}{d^2} \quad (۱)$$

$$New\ ss = \frac{ss}{1+\frac{ss-1}{f}} \quad (۲)$$

که ss حجم نمونه، z=۱/۹۶ برای فاصله اطمینان ۹۵ درصد، p نسبت پاسخ‌دهندگان، d میزان خطا و f تعداد خانوار است. مدل، وزن و عمر متوسط تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی دو فاکتور اصلی در روند کمی سازی پسماندهای حاصل از آنها هستند که در این پژوهش از مقادیر پیشنهاد شده توسط مطالعات پیشین مطابق جدول ۱ استفاده گردید (۱۰-۱۲).

جهت قابل مقایسه بودن با سایر مطالعه‌ها، فقط ۲۷ مورد (برای خانوارها) و ۲۵ مورد (برای ادارات) از اقلامی که بیشترین سهم را در تولید پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی دارند و همچنین میانگین وزنی و متوسط عمر آنها در منابع معتبر موجود است (۱۰-۱۲) انتخاب شدند. این اقلام شامل یخچال، فریزر، دستگاه تهویه مطبوع، پنکه، مانیتور، تلویزیون، لامپ، بخاری برقی، مایکروفر، ماکروویو، کتری برقی، جاروبرقی، غذاساز برقی، اتو، سشوار، همزن، ویدئو پروژکتور، خشک‌کننده‌های مکانیکی دست، پرینتر، گوشی تلفن، رایانه، رادیو، ماشین حساب، دستگاه دورنگار، اسکنر، دستگاه کپی، سیستم صوتی، ضبط کننده صدا، لپ‌تاپ و تلفن همراه هستند. پرسشنامه‌ای (ضمائم) شامل بررسی ۲۷ و ۲۵ قلم از تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی به ترتیب برای خانوارها و ادارات دولتی شهر آباده با مراجعه حضوری تکمیل گردید. مطالعات پیشین از مدل‌های متفاوتی از جمله مدل تحلیل جریان مواد (Material Flow Analysis)، روش بازار عرضه (Market Supply)، روش استفاده و مصرف (Consumption and Used method) و مدل لجستیک برای برآورد میزان تولید پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی استفاده کرده‌اند. یکی از مدل‌های پرکاربرد، مدل استفاده و مصرف است که در این مطالعه طبق معادله ۳ جهت برآورد میزان تولید پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی استفاده گردید (۱).

$$E = \frac{MN}{L} \quad (۳)$$

که E تولید نوع خاصی از پسماند الکتریکی و الکترونیکی برحسب kg/year، M وزن تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی برحسب kg، N تعداد تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی مورداستفاده L طول عمر تجهیزات برحسب year است. پس از تعیین نوع و مقدار پسماند الکتریکی و الکترونیکی تولیدی، در گام بعدی اجزای با ارزش این پسماندها، شامل آهن، مس، آلومینیوم، پلاستیک، نقره، طلا، قلع و روی و اجزای خطرناک آنها شامل کبالت، باریوم، آرسنیک، آنتیموان، کروم، نیکل، سرب و جیوه بر اساس مطالعات پیشین (۱۳، ۱۴) تعیین گردید. بدین‌صورت که ابتدا پسماند در پنج گروه لوازم‌خانگی بزرگ (Large Household Appliances (LHA)) شامل یخچال و فریزر، لوازم‌خانگی کوچک (Small Household Appliances (SHA)) نظیر چای‌ساز، مایکروفر، اتو و غیره National Television and Computer Recycling Scheme (NTCRS) شامل تلویزیون، رایانه و پرینتر Consumer Equipment (CE) شامل هندزفری و Mobile تقسیم‌بندی و سپس مقادیر موجود در هر یک از اقلام تعیین گردید. درنهایت داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ با استفاده از آمار توصیفی تجزیه و تحلیل شد و نتایج به‌صورت فراوانی و درصد اجزا در قالب جداول و نمودار گزارش گردید.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهر آباده طشک شهرستان بختگان استان فارس

جدول ۱- میانگین وزن و متوسط عمر تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی بر اساس مطالعات پیشین (۱۰-۱۲)

ردیف	نام محصول	طول عمر تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی (year)	وزن تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی (kg)
۱	یخچال	۱۹	۳۵
۲	فریزر	۱۵	۳۵
۳	دستگاه تهویه مطبوع	۱۷	۵۵
٤	پنکه	۱۷	۸
۵	مانیتور	٦	٤/۷
٦	تلویزیون	۱۸	۳۱/٦

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

ادامه جدول ۱- میانگین وزن و متوسط عمر تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی بر اساس مطالعات پیشین (۱۰-۱۲)

ردیف	نام محصول	طول عمر تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی (year)	وزن تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی (kg)
۷	لامپ	۳	۰/۲
۸	بخاری‌برقی	۲۰	۵
۹	مایکروفر	۷	٤٦
۱۰	توستر	۵	۱
۱۱	کتری برقی	۳	۱
۱۲	ماشین لباسشویی	۱۵	۵۰
۱۳	ماشین ظرف‌شویی	۱۰	۵۰
۱٤	تلفن همراه	۷	۰/۱
۱۵	رایانه	۷	۲۹
۱٦	رادیو	۱۰	۲
۱۷	ماشین‌حساب	۱٤	۰/۱۷۲
۱۸	جاروبرقی	۱۰	۸
۱۹	سیستم صوتی	۱۳	۱۰
۲۰	ضبط کننده صدا	۱۰	۰/۱۱٤
۲۱	پخش‌کننده دی‌وی‌دی	۵	۵
۲۲	لپ‌تاپ	۷	۳/۵
۲۳	اتو	۱۰	۱
۲٤	سشوار	۵	۱

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

ادامه جدول ۱- میانگین وزن و متوسط عمر تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی بر اساس مطالعات پیشین (۱۰-۱۲)

ردیف	نام محصول	طول عمر تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی (year)	وزن تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی (kg)
۲۵	همزن	۵	۱
۲۶	گوشی تلفن	۵	۰/۳
۲۷	غذاساز برقی	۱۰	۳
۲۸	دستگاه کپی	۱۰	۶۰
۲۹	اسکنر	۸	۱/۶
۳۰	دستگاه دورنگار	۱۰	۸/۸
۳۱	ویدئو پروژکتور	۵	۱
۳۲	خشک‌کننده‌های مکانیک دست	۲	۲
۳۳	ماکروویو	۷	۱۵

یافته‌ها

جداول ۲ و ۳ تعداد تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی بر اساس داده‌های به‌دست آمده از پرسشنامه را به ترتیب برای خانوارها و ادارات دولتی شهر آباده طشک نشان می‌دهند. بدین ترتیب، ابتدا میزان تولید پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی با استفاده از معادله ۳ در نمونه مورد بررسی برای هریک از اقلام محاسبه گردید. سپس با استفاده از معادله ۴ سرانه پسماند الکتریکی و الکترونیکی تولیدی به ازای هر خانوار kg/year ۲۵ و به ازای هر نفر kg/year ۷/۹ به دست آمد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

$$\text{WEEE (kg/year per houshold)} = \frac{\sum E}{\text{NEW SS}} \quad (۴)$$

Waste electrical and electronic equipment (WEEE) سرانه پسماند الکتریکی و الکترونیکی تولیدی به ازای هر خانوار برحسب (kg/year)، E میزان تولید پسماند الکتریکی و الکترونیکی برای هر یک از تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی به دست آمده از نتایج پرسشنامه برحسب kg و New ss حجم نمونه محاسبه شده (۲۰۰ خانوار) است.

درنهایت با استفاده از معادله ۵ طبق نمودارهای ۱ و ۲ وزن کل پسماند الکتریکی و الکترونیکی تولیدی اقلام مختلف محاسبه گردید و tons/year ۶۴/۲۹ و tons/year ۳/۵ به ترتیب برای خانوارها و ادارات دولتی شهر آباده طشک به دست آمد.

$$\text{TWEEE (kg/year)} = \text{WEEE} \times F \quad (۵)$$

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

Total of WEEE (TWEEE) کل پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی تولیدی و F تعداد خانوار (۲۵۷۸ خانوار) است.

جداول ۴ و ۵ میزان و نوع ترکیبات با ارزش (آلومینیوم، آهن، پلاستیک، روی، قلع، مس، نقره و طلا) پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی بر اساس دسته‌بندی اجزا در گروه‌های LHA، SHA، NTCRS، CE و Mobile به ترتیب برای خانوارها و ادارات دولتی شهر آباده طشک، برحسب kg نشان می‌دهند که بر اساس آن، وزن کلی این ترکیبات ۵۷۴/۸۵ و kg ۲۴/۴۱ به ترتیب برای خانوارها و ادارات دولتی به دست آمد.

جداول ۶ و ۷ نیز، میزان و نوع ترکیبات خطرناک (کبالت، باریوم، آرسنیک، آنتیموان، کروم، نیکل، سرب و جیوه) پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی را بر اساس دسته‌بندی اجزا در گروه‌های LHA، SHA، NTCRS، CE و Mobile به ترتیب برای خانوارها و ادارات دولتی شهر آباده طشک برحسب kg نشان می‌دهند که بر اساس آن، وزن کلی این ترکیبات ۲۵/۹۹ و kg ۱/۰۷ به ترتیب برای خانوارها و ادارات دولتی برآورد شد.

جدول ۲- تعداد و نوع تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی شناسایی شده در خانوارهای بررسی‌شده شهر آباده طشک

ردیف	نام محصول	تعداد	وزن پسماند الکتریکی و الکترونیکی (kg) به دست آمده از معادله ۳
۱	یخچال	۲۳۷	٥٦٢٧/٥٠
۲	فریزر	۱۱٦	٣٤٨٨/٨٩
۳	دستگاه تهویه مطبوع	٣٤٨	١٤٥١٢/٦٢
٤	پنکه	۹۷	٥٨٨/٣٩
٥	مانیتور	٦٠	٦٠٥/٨٣
٦	تلویزیون	۲۳٥	٥٣١٧/٨٤
۷	لامپ	۲۳۰۹	١٩٨٤/٢٠
۸	بخاری‌برقی	۱۷۳	٥٥٧/٤٩
۹	مایکروفر	٦٨	٥٧٥٩/٩٩
۱۰	توستر	٤٨	١٢٣/٧٤
۱۱	کتری برقی	۲٤۲	١٠٣٩/٧٩١
۱۲	ماشین لباسشویی	۲٥٦	١٠٩٩٩/٤٧

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

ادامه جدول ۲- تعداد و نوع تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی شناسایی شده در خانوارهای بررسی‌شده شهر آباده طشک

ردیف	نام محصول	تعداد	وزن پسماند الکتریکی و الکترونیکی (kg) به دست آمده از معادله ۳
۱۳	ماشین ظرف‌شویی	۳۱	۱۹۹۷/۹۵
۱٤	تلفن همراه	٥٤٨	۱۰۰/۹۱
۱٥	رایانه	٥۷	۳۰٤۳/۸۸
۱٦	رادیو	۲۹	۷٤/۷٦
۱۷	ماشین‌حساب	۹٥	۱٥/۰٤
۱۸	جاروبرقی	۲۰۷	۲۱۳٤/٥۸
۱۹	سیستم صوتی	٦٤	٦۳٤/٥۸
۲۰	ضبط کننده صدا	۱٦	۲/۳٥
۲۱	پخش‌کننده دی‌وی‌دی	۱۱٥	۱٤۸۲/۳٥
۲۲	لپ‌تاپ	۱۰٦	٦۸۳/۱۷
۲۳	اتو	۲۰۷	۲٦٦/۸۲
۲٤	سشوار	۱۸۱	٤٦٦/٦۲
۲٥	همزن	۳٥۳	۹۱۰/۰۳
۲٦	گوشی تلفن	٦۳۰	٤۸۷/۲٤
۲۷	غذا ساز برقی	۳٥۹	۱۳۸۸/۲٥
	جمع کل		٦٤۲۹٤/۳۲

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

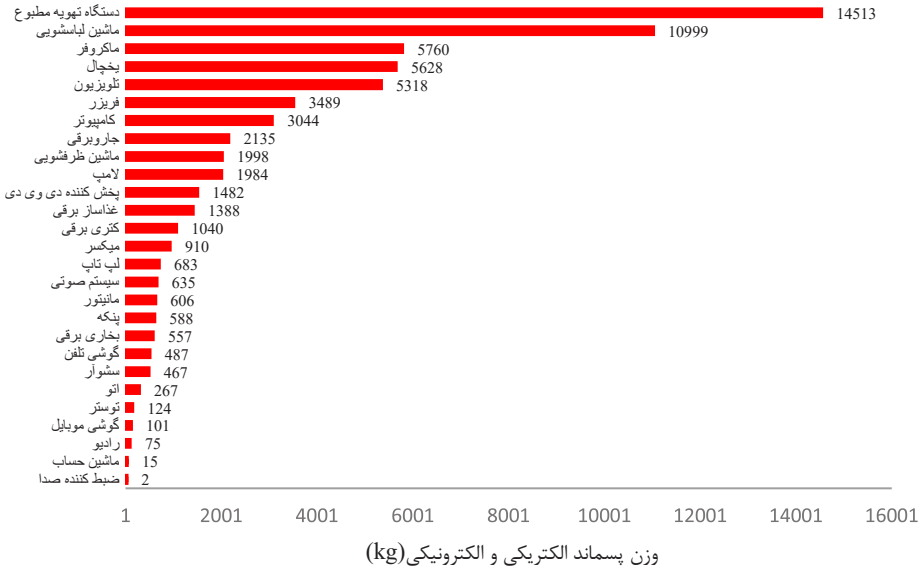
جدول ۳- تعداد و نوع تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی شناسایی‌شده در ادارات دولتی بررسی‌شده شهر آباده طشک

ردیف	نام محصول	تعداد	وزن پسماند الکتریکی و الکترونیکی (kg) به دست آمده از معادله ۳
۱	یخچال	۹۸	۱۸۱
۲	فریزر	۹	۲۱
۳	دستگاه تهویه مطبوع	۲۹۵	۹۵٤
٤	پنکه	۱٤	۳
٥	مانیتور	۳۳٦	۲٦۳
٦	تلویزیون	٥۱	۹۰
۷	لامپ	۱٥۲٤	۱۰۲
۸	بخاری‌برقی	۱۲	۳
۹	مایکروفر	۱	۷
۱۰	ماکروویو	۱	۲
۱۱	کتری برقی	٤۳	۱٤
۱۲	جاروبرقی	۲۷	۲۲
۱۳	ویدئو پروژکتور	۱۳	۳
۱٤	خشک‌کننده‌های مکانیکی دست	۲	٤
۱٥	پرینتر	۱۹۹	۱۲۹
۱٦	گوشی تلفن	۹۱۰	٥٥

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

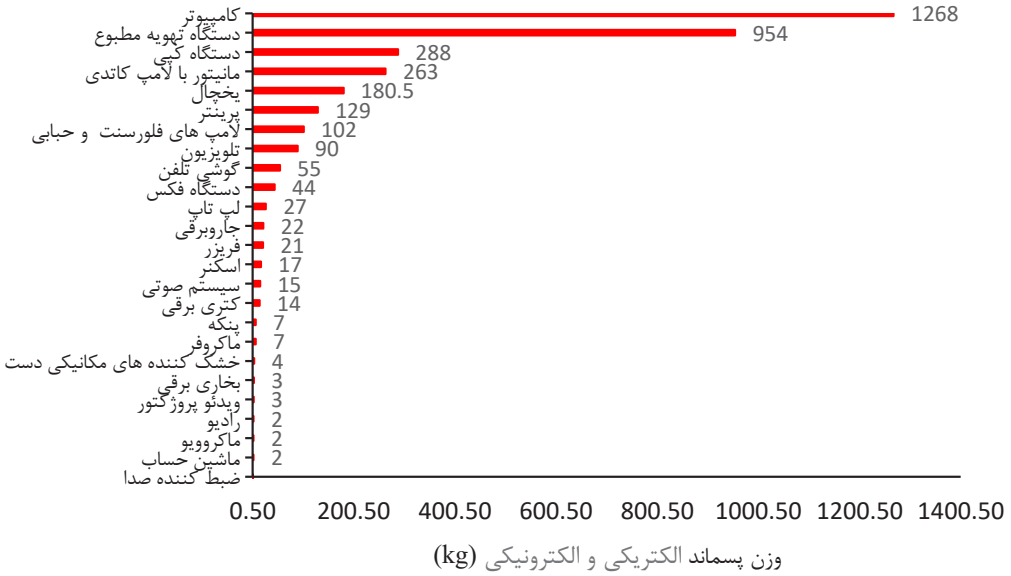
ادامه جدول ۳- تعداد و نوع تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی شناسایی‌شده در ادارات دولتی بررسی‌شده شهر آباده طشک

ردیف	نام محصول	تعداد	وزن پسماند الکتریکی و الکترونیکی (kg) به دست آمده از معادله ۳
۱۷	رایانه	۳۰۶	۱۲۶۸
۱۸	رادیو	۱۱	۲
۱۹	ماشین‌حساب	۱۷٤	۲
۲۰	دستگاه دورنگار	۵۰	٤٤
۲۱	اسکنر	۸۵	۱۷
۲۲	دستگاه کپی	٤۸	۲۸۸
۲۳	سیستم صوتی	۲۰	۱۵
۲٤	ضبط کننده صدا	۵	۰/۰٦
۲۵	لپ‌تاپ	۵۳	۲۷
	جمع کل		۳۵۲٦



نمودار ۱- وزن پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی (kg) اقلام مختلف خانوارهای شهر آباده طشک

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]



نمودار ۲- وزن پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی(kg) اقلام مختلف ادارات دولتی شهر آباده طشک

جدول ۴- میزان ترکیبات با ارزش پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی خانوارهای شهر آباده طشک برحسب kg

پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی	آهن	مس	آلومینیوم	پلاستیک	نقره	طلا	قلع	روی
LHA	۱۸٤/۹٦٤	۱۳/٥٥۲	٥/٦۷۷	۱۳۹/۱۸۰	۰/۰٥۹	/۰۱٤	۸/۷۹۰	۱۱/۷۲۰
SHA	٥۰/۲۸٤	۱۳/۸۷۲	۸/٦۷۰	۹۱/۸۹۹	۰/۰۲۳	۰/۰۰۳	۲/۸۰۹	۱/۷۸۳
NTCRS	۹/۹٥٦	۱۲/۱۸٦	۳/٤۲۱	–	۰/۰۸٦	۰/۰۱۹	۰/۷٤۱	۰/۸٥٤
CE	۹/۹۳٤	۰/۲۱۹	۰/٦٥۸	٦/۱٤۳	۰/۰۱۱	۰/۰۰۲	۰/۰۹٥	۰/۱٦٥
Mobile	۰/۰۷٦	۰/۱٦۰	۰/۰٥۹	۰/٤۹۱	/۰۰٥	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۲
جمع کل	۲٥۱/۷۱٤	۳۹/۹۸۸	۱۸/٤۸٥	۲۳۷/۷۱۳	۰/۱۸۳	۰/۰۳۷	۱۲/۱۷۳	۱٤/٥٤۳

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

جدول ۵- میزان ترکیبات با ارزش پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی ادارات دولتی شهر آباده طشک برحسب kg

پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی	آهن	مس	آلومینیوم	پلاستیک	نقره	طلا	قلع	روی
LHA	۷/۲۹۲	۰/۵۳٤	۰/۲۲٤	۵/٤۸۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۳٤۷	۰/٤٦۲
SHA	۰/۸۰٤	۰/۲۲۲	۰/۱۳۹	۱/٤٦۸	–	–	۰/۰٤۵	۰/۰۲۸
NTCRS	۲/۷۰۰	۳/۳۰۵	۰/۹۲۸	–	۰/۰۲۳	۰/۰۰۵	۰/۱۲۸	۰/۲۳۲
CE	۰/۰۲۱	–	۰/۰۰۱	۰/۰۱٤	–	–	–	–
جمع کل	۱۰/۸۱٦	٤/۰٦۱	۱/۲۹۲	٦/۹٦۹	۰/۰۲٦	۰/۰۰٦	۰/۵۱۹	۰/۷۲۲

جدول ۶- میزان ترکیبات خطرناک پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی خانوارهای شهر آباده طشک برحسب kg

پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی	کبالت	باریوم	آرسنیک	آنتیموان	کروم	نیکل	سرب	جیوه
LHA	–	–	–	۰/۳۳۰	۰/۰۳۷	۰/۱۸۳	۵/٤۹٤	–
SHA	–	–	۱۳/۸۹٦	۰/۱۰۳	۰/۰٤۳	۰/۱۷۱	۳/٤۲۷	–
NTCRS	۰/۳۸۵	۰/۳۰۹	۰/۰۰۳	۰/۰۸۳	۰/۰۰۲	۰/۰۵۵	۰/۱۷۵	–
CE	–	–	–	۰/۰۱٤–	۰/۲۱۳	۰/۵۲٦	۰/۵۱۳	–
Mobile	–	–	–	۰/۰۰۱	–	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۸
جمع کل	۰/۳۸۵	۰/۳۰۹	۱۳/۸۹۷	۰/۵۳۰	۰/۲۹۵	۰/۹٤٦	۹/٦۱۹	۰/۰۰۸

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

جدول ۷- میزان ترکیبات خطرناک پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی در ادارات دولتی شهر آباده طشک برحسب kg

پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی	کبالت	باریوم	آرسنیک	آنتیموان	کروم	نیکل	سرب
LHA	–	–	–	–	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۲۱۷
SHA	–	–	۰/۲۲۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۵۵
NTCRS	–/۱۰٤	۰/۰۸٤	۰/۰۰۰۵	۰/۰۲۳	۰/۰۵۸	۰/۱٤۳	۰/۱۳۹
CE	–	–	–	–			
جمع کل	۰/۱۰٤	۰/۰۸٤	۰/۲۲۳	۰/۰۳۷	۰/۰٦۰	۰/۱۵۳	۰/٤۱۱

جدول ۸- میزان پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی مناطق مختلف ایران بر اساس مطالعات پیشین (۱۰، ۱۴-۱۶)

محل مطالعه	میزان تولید پسماندهای الکترونیکی و الکتریکی	سال انجام مطالعه	روش بررسی	منابع
کشور ایران	۱۱۵۲۸٦ ۱۱۲۹۱٤ metric tons/year ۱۱۵۱۵۱	۲۰۰۸ ۲۰۰۹ ۲۰۱۰	use and consumption	Taghipour و همکاران (۱۵)
اهواز	۹۹۵۲/۲۵ metric tons/year ۹/۹۵ kg/year per capita	۲۰۱۱	use and consumption	Alavi و همکاران (۱۰)
دزفول	۱۲٦٦ tons/year ۱۵±۰/۵ kg/year per capita	۲۰۱۷	Cost-benefit Model	Zadmehr و همکاران (۱٤)
کشور ایران	۷۹۰ kilo tons/year ۹/۵ kg/year per capita	۲۰۱۹	–	Forti و همکاران (۱٦)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

بحث

میزان کل پسماند الکتریکی و الکترونیکی در خانوارهای شهر آباده طشک در سال ۱۴۰۱، ۶۴/۲۹ tons/year برآورد گردید. بر اساس اطلاعات شهرداری، روزانه حدود ۷ tons پسماند شهری در آباده طشک تولید می‌شود؛ بنابراین پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی حدود ۲/۵ درصد کل پسماند تولیدی شهر را تشکیل می‌دهند. سرانه پسماند الکتریکی و الکترونیکی در سال ۱۴۰۱ به ازای هر خانوار ۲۵ kg/year و به ازای هر نفر ۷/۹ kg/year در شهر آباده طشک برآورد گردید. پایش جهانی پسماند الکتریکی و الکترونیکی، میزان پسماند الکتریکی و الکترونیکی در ایران در سال ۲۰۱۹ به ازای هر نفر ۹/۵ kg/year و کل پسماند تولیدی ر ۷۹۰ kilo tons/year گزارش کرد (۱۶). بدین ترتیب سرانه پسماند الکتریکی و الکترونیکی شهر آباده طشک از سرانه کشوری کمتر به نظر می‌رسد. با توجه به اینکه در مطالعات مختلف، اقلام الکتریکی و الکترونیکی متفاوتی را به‌منظور برآورد میزان این نوع پسماند در نظر می‌گیرند، بنابراین مقایسه میزان تولید پسماند الکتریکی و الکترونیکی در مطالعات گوناگون بسیار دشوار است. بر اساس مطالعات صورت گرفته اروپا بیشترین سرانه پسماند تولیدی یعنی ۱۶/۲ kg/year به ازای هر نفر و آسیا بیشترین میزان پسماند تولیدی حدود ۲۶۹ million tons/year در سال ۲۰۱۹ را به خود اختصاص داده است (۱۷). جهت درک بهتر، مقایسه میزان پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی مناطق مختلف ایران در جدول ۸ ارائه شده است که بر اساس آن، میزان پسماند الکتریکی و الکترونیکی در شهر دزفول به ازای هر خانوار حدود ۱۵ kg/year و به ازای هر واحد تجاری ۱۸۰ kg/year و در شهر اهواز ۹/۹۵ kg/year per capita بوده است (۱۰، ۱۴). در سال ۲۰۱۴ کل پسماند الکتریکی و الکترونیکی پاکستان ۱۲۰۰۰۰ تا ۱۴۰۰۰۰ tons/year برآورد گردید که ۴۵۰۰۰-۳۸۰۰۰ tons/year آن در کشور پاکستان تولید شده بود و ۹۰۰۰۰-۱۰۰۰۰۰ tons/year آن مستقیماً از کشورهای توسعه‌یافته وارد شده بود. پاکستان به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین واردکننده‌های کالاهای دست دوم محسوب می‌شود و یکی از بزرگ‌ترین سایت‌های تخلیه پسماند الکتریکی و الکترونیکی در جهان است (۱۸). فناوری اطلاعات در بخش دولتی و استفاده از آن در جهت ارائه خدمات و اطلاعات به بخش عمومی (دولت الکترونیک) در ایران چند سالی است که مورد توجه سیاست‌گذاران و مدیران قرار گرفته است. لذا ادارات دولتی یکی از بخش‌های مهمی هستند که پتانسیل بالایی جهت تولید پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی دارند که در حال حاضر اطلاعات دقیقی از میزان تولید آنها در دسترس نیست. طبق نتایج به‌دست آمده از این مطالعه، میزان کل پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی ادارات دولتی شهر آباده طشک ۳/۵۳ tons/year برآورد گردید. به‌عبارت دیگر هر اداره به‌طور متوسط پتانسیل تولید ۸۸/۲۵ kg/year پسماند الکتریکی و الکترونیکی را دارد. با بررسی‌های به‌عمل آمده در ادارات دولتی شهر آباده طشک، آمار دقیق و ثبت‌شده‌ای در زمینه تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی از رده خارج شده وجود نداشت. بنابراین توجه به ثبت دقیق این اطلاعات می‌تواند کمک مؤثری به برنامه مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی نماید. در حال حاضر در ایران علی‌رغم وجود قانون مدیریت پسماند الکتریکی و الکترونیکی، در عمل برنامه مشخص و مدونی برای جمع‌آوری و بازیابی این پسماندها وجود ندارد. طبق نتایج به‌دست آمده از مطالعه حاضر، در شهر آباده طشک برنامه مدونی برای مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی وجود ندارد و فقط به‌صورت پراکنده بازیافت غیراصولی برخی اقلام صورت می‌گیرد. بنابراین با توجه به افزایش حجم روزافزون این پسماندها به دلایل تغییر فناوری، سطح درآمد و توقع افراد جامعه و ناکارآمدی دستگاه‌های قدیمی نسبت به نیازهای امروز (۱۸، ۱۹)، با تخمین تولید این پسماندها و ارزیابی اجزای قابل بازیافت و خطرناک آنها در شهر آباده طشک، می‌توان به برنامه‌ریزی در مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی کمک شایانی نمود.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

تجهیزات خانگی بزرگ

یکی از منابع اصلی پسماند الکتریکی و الکترونیکی، بخش خانگی است. در این مطالعه تجهیزات خانگی بزرگ شامل یخچال، فریزر، ماشین لباسشویی، ماشین ظرفشویی و دستگاه تهویه هوا بود. بر اساس نمودار ۱ و ۲ بیشترین وزن پسماند الکتریکی و الکترونیکی در خانوارها متعلق به دستگاه‌های تهویه مطبوع با kg/year ۱۴۵۱۳، ماشین لباسشویی با kg/year ۱۰۹۹۹ و در ادارات متعلق به رایانه با kg/year ۱۲۶۸ و دستگاه تهویه مطبوع با kg/year ۹۵۴ بود که به نظر می‌رسد با توجه به بالا بودن وزن، بیشترین حجم پسماند الکتریکی و الکترونیکی را به خود اختصاص داده‌اند. در مطالعه Alavi و همکاران (۱۰)، بیشترین حجم تجهیزات خانگی بزرگ در اهواز مربوط به دستگاه تهویه خانگی بود که با توجه به گرم بودن هوا در شهر اهواز، استفاده گسترده‌ای داشت. در کره جنوبی در سال ۲۰۱۰، million/year ۱/۱۶ دستگاه تهویه مطبوع، million/year ۱/۲۱ یخچال، million/year ۱/۲۹ ماکروویو و فر، million tons/year ۱۷/۰۲ تلفن همراه، million/year ۲/۴ تلویزیون، million/year ۲/۰۴ بخاری و million/year ۱/۴۰ ماشین ظرفشویی به‌صورت پسماند الکتریکی و الکترونیکی تولید شدند (۲۰). لوازم الکتریکی خانگی بزرگ مانند یخچال ممکن است شامل موتور الکتریکی، صفحه مدار، ترانسفورماتور، خازن، عایق گرمایی، سوییچ، سیم‌پیچ، مواد پلاستیکی و غیره باشند. یک ماشین لباسشویی معمولی ممکن است شامل مواد فلزی استوانه درونی و بیرونی موتور، پمپ، واحد کنترل، سوییچ‌ها و دیگر تجهیزات باشد که حاوی ترکیبات با ارزش و خطرناک بسیاری هستند (۲۱). به‌عنوان مثال برد مدار چاپی جزء اجتناب ناپذیر پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی است که حاوی بیشترین میزان فلزات گران‌بها مانند طلا و نقره به همراه سایر فلزات مانند آلومینیوم، مس، روی و غیره است (۲۲). مس ترکیب اصلی برد مدار چاپی است و حدود ۳۰-۲۵ درصد کل فلزات برد را شامل می‌شود و میزان مس آن ۴۰-۲۰ برابر معادن مس است (۷). بر اساس داده‌های جداول ۵ و ۶، آهن، پلاستیک و مس و سرب هرکدام به ترتیب ۱۹۲/۲۶، ۱۴۴/۶۷، ۱۴/۰۹ و kg ۵/۷۱ در پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی ناشی از تجهیزات خانگی بزرگ شهر آباده طشک وجود دارند. بنابراین در صورت اجرای برنامه مدیریت پسماند الکتریکی و الکترونیکی می‌توان این ترکیبات ارزشمند را بازیافت نموده و از ورود ترکیبات خطرناک مانند سرب به محیط‌زیست جلوگیری کرد.

رایانه

با توجه به انتقال تعاملات اجتماعی از فضای فیزیکی یک جامعه به دنیای در فضای سایبری و دیجیتال، کاربرد تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی مانند رایانه‌های رومیزی، لپ‌تاپ‌ها و مانیتورها به‌سرعت در حال افزایش است. علاوه بر این سرعت زیاد پیشرفت فناوری سبب منسوخ شدن سریع این تجهیزات به‌ویژه رایانه‌ها می‌شود. بر اساس نتایج به‌دست آمده از این مطالعه، مقادیر پسماند لپ‌تاپ و رایانه در شهر آباده طشک در سال ۱۴۰۱ به ازای کل خانوارها به ترتیب ۶۸۳/۱۷ و kg/year ۳۰۴۳/۸۸ و در ادارات دولتی به ترتیب ۲۷ و kg/year ۱۲۶۸ بود. به‌طوری‌که در ادارات دولتی بر اساس نمودار ۲، رایانه‌ها بیشترین وزن پسماند الکتریکی و الکترونیکی را به خود اختصاص دادند. در شهر اهواز مقادیر پسماند تولیدی رایانه و لپ‌تاپ در سال ۲۰۱۱ به ترتیب ۴۱۸ و metric tons/year ۶۳ گزارش شد. در مطالعه Bahmanpour و همکاران (۲۳) عناصر فلزی سرب، آلومینیوم، قلع، نیکل، روی، منگنز، مس، کادمیوم، جیوه، تالیوم، ایندیم، گالیم و آرسنیک در قطعه برد الکترونیک کامپیوترها شناسایی شدند و با توجه به آزمایش‌های انجام شده نتایج نشان داد که افزایش عواملی مانند دما، زمان و pH در محیط‌های آبی و خاکی باعث افزایش نفوذ این فلزات سنگین از پسماندهای الکترونیکی به محیط‌زیست خواهد شد. مانیتورهای CRT (Cathode-ray tube) رایانه‌ها به‌طور متوسط kg ۱/۸۱ سرب دارند. برای ساخت یک مانیتور ۲۲، kg ۲۴۰ سوخت، kg ۲۲ ترکیبات شیمیایی و L ۱۵۰۰ آب

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

موردنیاز است. مهم‌ترین ترکیبی که می‌توان از نمایشگرهای LCD (Liquid Crystal Display) بازیابی نمود ایندیم است (۲۴). با این‌حال در برد مدار چاپی و صفحه‌نمایش LED (Light-Emitting Diode) ترکیبات با ارزش مانند مس، طلا و نقره نیز وجود دارند. صفحه‌نمایش LED که پیشرفته‌تر از صفحه‌نمایش LCD است حاوی ترکیبات گالیم، ژرمنیوم و سایر عناصری هستند که با غلظت بالا در LED وجود دارند (۱۲، ۲۱). اجزای اصلی نوت بوک و تبلت شامل برد مدار چاپی، صفحه‌نمایش LED و LCD و هارد دیسک می‌باشند. طلا در بسیاری از قطعات رایانه‌های شخصی، دفتری و یا قابل‌حمل به کار گرفته می‌شود. انتقال سریع و دقیق اطلاعات دیجیتال از طریق رایانه و از یک جزء‌به‌جزء دیگر نیازمند یک هادی کارآمد و قابل‌اعتماد است که طلا، این ویژگی‌ها را بیشتر از هر فلز دیگری دارا است و با توجه به اهمیت کیفیت و عملکرد بالا، هزینه بالای آن قابل توجیه است. اکثر لوازم مادربرد، ریزپردازنده و تراشه‌های حافظه، حاوی طلا هستند. مزیت بزرگ طلا، مقاومت بالا در برابر اکسیداسیون و خوردگی و هدایت آن است. نقره به دلیل هدایت الکتریکی و حرارتی بالای آن، به‌عنوان هادی و مواد الکترود استفاده می‌شود (۲۵).

تلفن همراه

در حال حاضر تقریباً همه شهروندان ایرانی دارای تلفن همراه هستند و با توجه به نصب امکانات پیشرفته بر روی این دستگاه‌ها دیگر فقط به‌عنوان تلفن همراه استفاده نمی‌شوند. تعداد مشترکین همراه در سال ۱۴۰۱ در آباده طشک ۸۲۴۶ مشترک بود که با میانگین عمر ۷ سال و وزن ۰/۱ kg، ۱۱۷/۸ kg/year پسماند الکتریکی و الکترونیکی ناشی از تلفن همراه تولید می‌شود که سرانه آن به ازای هر خانوار ۴۶ g خواهد بود. طبق جداول ۴ و ۵ شامل ۰/۸۱ kg ترکیبات با ارزش (آلومینیوم، آهن، پلاستیک، روی، قلع، مس، نقره و طلا) و ۰/۰۲۹ kg ترکیبات خطرناک (آنتیموان، نیکل، سرب و جیوه) هستند. در شهر اهواز سرانه پسماند الکتریکی و الکترونیکی تلفن همراه به ازای هر نفر ۲۵ g در سال ۱۳۹۰ بود (۱۰). در کویت با در نظر گرفتن میانگین عمر دوساله و وزن ۰/۳ kg برای هر گوشی تلفن همراه در سال ۲۰۱۵ میزان پسماند ناشی از آن ۳ kilo tons/year تخمین زده شد (۲). بازیابی عناصر از پسماند الکتریکی و الکترونیکی نسبت به استخراج از معادن مقرون‌به‌صرفه تر است. تراشه‌های سیستم‌های فناوری ارتباطات و اطلاعات نسبت به لوازم‌خانگی فلزات گران‌بهای بیشتری دارند. به‌عنوان مثال یک تلفن همراه حاوی بیش از ۴۰ عنصر شامل فلزات گران‌بها نظیر طلا، نقره، پالادیم و فلزات پایه مانند قلع و مس است. تولید تلفن همراه و رایانه‌های شخصی بخش قابل‌توجهی از معادن طلا، نقره و پالادیم را در سطح جهانی مصرف می‌کند. صنایع الکترونیک سومین مصرف‌کننده بزرگ طلا، یعنی ۱۲ درصد کل تقاضای طلا را شامل می‌شوند که در سال ۲۰۱۴ حدود tons/year ۲۸۲ طلا مصرف کرده‌اند. میزان فلزات تلفن همراه از میزان فلزات آنها در سنگ معدن طبیعی بیشتر است. به‌طور متوسط هر تن گوشی تلفن همراه مستعمل حاوی ۰/۱۵ kg پالادیم، ۰/۳۴۷ kg طلا، ۱ kg آنتیموان، ۳/۶۳ kg نقره، ۶ kg سرب، ۱۰ kg قلع، ۱۵ kg نیکل و ۱۲۸ kg مس است. از یک میلیون تلفن همراه ۳۴ kg طلا، ۳۵۰ kg نقره، ۱۴/۹ kg پالادیم و ۱۵۸۷۵/۷ kg مس می‌توان بازیافت نمود (۷). یافته‌های مطالعه Rahmani و همکاران (۲۶) نشان داد که در ایران اگر فقط ۳۰ درصد گوشی‌های تلفن‌های همراه ذخیره شده بازیابی شوند، مقادیر طلا، نقره، پالادیم و مس بازیافتی در سال ۲۰۱۴ به ترتیب ۳۱، ۳۲۵، ۱۴ و ۱۴۷۶۳ kg خواهد بود. اهمیت بازیابی طلا را می‌توان با این مطلب مورد تأکید قرارداد که برای به دست آوردن ۱ g طلا، باید یک‌تن سنگ معدن استخراج شود اما می‌توان همین مقدار طلا را از ۴۳ عدد گوشی تلفن همراه کارکرده به دست آورد. بنابراین با برنامه‌ریزی جهت بازیافت حداکثری ترکیبات با ارزش گوشی‌های تلفن همراه می‌توان از هدر رفتن عناصر قابل بازیابی جلوگیری نمود.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

لامپ

استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف در مقایسه با لامپ‌های معمولی به دلیل ۶ تا ۸ برابر طول عمر بیشتر به‌طور گسترده‌ای افزایش یافته است. طول عمر لامپ معمولی h ۱۰۰۰ ولی طول عمر لامپ فلورسنت فشرده h ۸۰۰۰-۶۰۰۰ است. لامپ‌های کم‌مصرف به علت تولید گرمای کمتر، مصرف انرژی کمتر و ضریب ایمنی بیشتر محبوبیت گسترده‌ای در بین مردم دارد. در مطالعه حاضر، با در نظر گرفتن ۱۲ لامپ کم‌مصرف برای هر خانوار و طول عمر ۳ سال و میانگین وزنی kg ۰/۲، مقادیر پسماند لامپ kg/year ۱۹۷۶ برآورد گردید. در مطالعه Alavi و همکاران (۱۰) مقادیر پسماند لامپ‌ها tons/year ۳۲۰ بود. نتایج مطالعه Cenci و همکاران (۲۷) نشان داد که لامپ‌های LED پتانسیل بالایی برای بازیابی طلا، نقره، آلومینیوم، مس و قلع دارند و طلا با ارزش‌ترین جزء لامپ‌های LED است.

باتری

انواع مختلف باتری شامل نیکل-کادمیوم، لیتیوم، قلیایی، اکسید جیوه، اکسید نقره و روی هستند. این باتری‌ها حاوی انواع مختلفی از مواد خطرناک مانند فلزات سنگین هستند که می‌توانند وارد شیرابه و محل دفن پسماند شوند. درصد بالای جیوه، کادمیوم و سرب در پسماندهای شهری ناشی از باتری‌ها است. نقره، روی، نیکل، منگنز، لیتیوم، کروم و آرسنیک فلزات سمی دیگری هستند که ممکن است در باتری‌ها وجود داشته باشند (۲۸). در شهر آباده طشک با در نظر گرفتن ۲۰ عدد باتری برای هر خانوار در سال برای دستگاه‌هایی مانند ساعت، کنترل و وزن متوسط g ۲۵ برای هر عدد باتری، تقریباً kg/year ۲۵۷۸ پسماند باتری تخمین زده می‌شود که بخش عظیمی از آن به همراه پسماندهای شهری به محل دفن پسماند منتقل می‌شود. در همین راستا، نتایج مطالعه Karimian و همکاران (۲۹) نشان داد که غلظت روی، سرب، مس، کروم و کبالت در محل دفن کهریزک به ترتیب ۴/۴، ۴/۲، ۳، ۲ و ۱/۸ برابر غلظت زمینه است که بیانگر تأثیر تدریجی محل دفن کهریزک به دلیل عدم اجرای مناسب برنامه تفکیک در مبدأ و وجود پسماندهای حاوی فلزات سنگین مانند باتری‌ها، وسایل الکترونیک، رنگ و حلال‌ها بر آلودگی خاک منطقه است. نتایج مطالعه Hatami Manesh و همکاران (۳۰) نیز نشان داد که آلودگی فلزات سنگین محل دفن پسماند شهرکرد ناشی از ساختار پسماندهای شهری و بیمارستانی و عدم تفکیک مناسب آن است. بنابراین به‌وسیله بازیافت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی می‌توان از ورود فلزات سنگین به پسماندهای شهری و شیرابه محل دفن، حداقل از آن مقداری که مربوط به این پسماندها است جلوگیری نمود و از راه‌یابی ترکیبات خطرناکی مانند کادمیوم به سفره‌های آب‌های زیرزمینی جلوگیری کرد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه میزان تولید پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی شهر آباده طشک استان فارس در سال ۱۴۰۱ با استفاده از روش استفاده و مصرف بررسی شد. بدین منظور با مراجعه به ۲۰۰ خانوار و ۴۰ اداره دولتی پرسشنامه موردنظر تکمیل گردید و با توجه به وزن و طول عمر تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی و تعداد خانوار شهر آباده طشک، میزان کل و سرانه تولید پسماند الکتریکی و الکترونیکی برآورد شد که بر اساس آن میزان کل پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی، ۶۴/۲۹ و tons/year ۳/۵۳ به ترتیب برای خانوارها و ادارات دولتی به دست آمد. سرانه پسماند الکتریکی و الکترونیکی به ازای هر خانوار kg/year ۲۵ و به ازای هر kg/year ۷/۹ محاسبه شد. درنهایت با تعیین میزان ترکیبات با ارزش و خطرناک این پسماندها، نتایج نشان داد که آهن و پلاستیک بیش از ۷۰ درصد ترکیبات با ارزش و آرسنیک و سرب بیش از ۶۰ درصد ترکیبات خطرناک پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی را شامل می‌شوند. بنابراین به دلیل عدم وجود برنامه مناسب جهت مدیریت این نوع پسماندها در شهر آباده طشک می‌توان پیش‌بینی نمود که چنین پسماندهایی اثرات نامطلوبی بر سلامت شهروندان و محیط‌زیست خواهند داشت. از این‌رو

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

ضروری است سازمان‌های ذیصلاح در کنار آموزش مردم جهت تفکیک پسماند در مبدأ، برنامه‌ریزی مناسبی جهت بازیافت و مدیریت این پسماندها در دستور کار قرار دهند.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. کد اخلاق این پژوهش IR.YUMS.REC.1401.190 است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل(بخشی از) پایان‌نامه با عنوان "برآورد میزان تولید پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی در خانوارها و ادارات دولتی شهر آباده طشک در سال ۱۴۰۱" در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۴۰۱ است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی یاسوج اجرا شده است. نویسندگان مراتب قدردانی خود را از کلیه کسانی که در انجام این پژوهش همکاری نمودند اعلام می‌دارند.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

ضمائم

محل بازدید	چک لیست ادارات دولتی	تاریخ بازدید

ردیف	نام محصول	تعداد قابل استفاده	تعداد غیر قابل استفاده	تجهیزات از رده خارج شده قابل تعمیر	تجهیزات از رده خارج شده غیر قابل تعمیر
۱	یخچال				
۲	فریزر				
۳	دستگاه تهویه مطبوع				
۴	پنکه				
۵	مانیتور				
۶	تلویزیون				
۷	لامپ				
۸	بخاری‌برقی				
۹	مایکروفر				
۱۰	توستر				
۱۱	کتری برقی				
۱۲	جاروبرقی				
۱۳	ویدئو پروژکتور				
۱۴	خشک‌کننده‌های مکانیکی دست				
۱۵	پرینتر				
۱۶	گوشی تلفن				
۱۷	رایانه				
۱۸	رادیو				
۱۹	ماشین‌حساب				
۲۰	دستگاه دورنگار				
۲۱	اسکنر				
۲۲	دستگاه کپی				
۲۳	سیستم صوتی				
۲۴	ضبط کننده صدا				
۲۵	لپ‌تاپ				

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

محل بازدید	چک لیست خانوار	تاریخ بازدید

ردیف	نام محصول	تعداد قابل استفاده	تعداد غیر قابل استفاده	تجهیزات از رده خارج شده قابل تعمیر	تجهیزات از رده خارج شده غیر قابل تعمیر
۱	یخچال				
۲	فریزر				
۳	دستگاه تهویه مطبوع				
۴	پنکه				
۵	مانیتور				
۶	تلویزیون				
۷	لامپ				
۸	بخاری‌برقی				
۹	مایکروفر				
۱۰	توستر				
۱۱	کتری برقی				
۱۲	ماشین لباسشویی				
۱۳	ماشین ظرف‌شویی				
۱۴	تلفن همراه				
۱۵	رایانه				
۱۶	رادیو				
۱۷	ماشین‌حساب				
۱۸	جاروبرقی				
۱۹	سیستم صوتی				
۲۰	ضبط کننده صدا				
۲۱	پخش‌کننده دی‌وی‌دی				
۲۲	لپ‌تاپ				
۲۳	اتو				
۲۴	سشوار				
۲۵	همزن				
۲۶	گوشی تلفن				
۲۷	غذا ساز برقی				

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

References

1. Da Silva Faria R, De Souza RG, De Freitas JG, Vieira IL. Estimating the generation of waste electrical and electronic equipment in organizations: The case of a Brazilian federal agency. Cleaner Engineering and Technology. 2021;5:100294.

2. Al Anzi BS, Al Burait AA, Thomas A, Ong CS. Assessment and modeling of E-waste generation based on growth rate from different telecom companies in the State of Kuwait. Environmental Science and Pollution Research. 2017;24:27160-74.

3. Novelero J, Mariano O. Electronic waste analysis and characterization study: Management input for highly urbanized cities. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021 11th International Conference on Future Environment and Energy; Tokyo, Japan: IOP Publishing; 2021. p. 012012.

4. Bovea MD, Pérez-Belis V, Ibáñez-Forés V, Quemades-Beltrán P. Disassembly properties and material characterisation of household small waste electric and electronic equipment. Waste Management. 2016;53:225-36.

5. Nithya R, Sivasankari C, Thirunavukkarasu A. Electronic waste generation, regulation and metal recovery: a review. Environmental Chemistry Letters. 2021;19:1347-68.

6. Mihai FC, Gnoni MG, Meidiana C, Ezeah C, Elia V. Waste electrical and electronic equipment (WEEE): flows, quantities, and management—a global scenario. In: Vara Prasad MN, Vithanage M, editors. Electronic waste management and treatment technology. Oxford: Elsevier; 2019. p. 1-34.

7. Seif R, Salem FZ, Allam NK. E-waste recycled materials as efficient catalysts for renewable energy technologies and better environmental sustainability. Environment, Development and Sustainability. 2024;26(3):5473-508.

8. Ilankoon I, Ghorbani Y, Chong MN, Herath G, Moyo T, Petersen J. E-waste in the international context–A review of trade flows, regulations, hazards, waste management strategies and technologies for value recovery. Waste Management. 2018;82:258-75.

9. Roy H, Rahman TU, Suhan MBK, Al-Mamun MR, Haque S, Islam MS. A comprehensive review on hazardous aspects and management strategies of electronic waste: Bangladesh perspectives. Heliyon. 2022;8(7):e09802.

10. Alavi N, Shirmardi M, Babaei A, Takdastan A, Bagheri N. Waste electrical and electronic equipment (WEEE) estimation: A case study of Ahvaz City, Iran. Journal of the Air & Waste Management Association. 2015;65(3):298-305.

11. Robinson BH. E-waste: an assessment of global production and environmental impacts. Science of the Total Environment. 2009;408(2):183-91.

12. Işıldar A, Rene ER, Van Hullebusch ED, Lens PN. Electronic waste as a secondary source of critical metals: Management and recovery technologies. Resources, Conservation and Recycling. 2018;135:296-312.

13. Islam MT, Huda N. Assessing the recycling potential of "unregulated" e-waste in Australia. Resources, Conservation and Recycling. 2020;152:104526.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

14. Zadmehr Q, Ebrahimi AA, Askari R, Dehghani A, Mokhtari M. Quantitative and qualitative study on electric and electronic waste and economic evaluation of their collection and recycling by using the cost-benefit model: A case study in Dezful City, 2017. Journal of Environmental Health and Sustainable Development. 2018;3(2):518-30.

15. Taghipour H, Nowrouz P, Jafarabadi MA, Nazari J, Hashemi AA, Mosaferi M, et al. E-waste management challenges in Iran: presenting some strategies for improvement of current conditions. Waste Management & Research. 2012;30(11):1138-44.

16. Forti V, Balde CP, Kuehr R, Bel G. The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, Flows and the Circular Economy Potential. Rotterdam: United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association; 2020.

17. Kaya M. Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes. Waste Management. 2016;57:64-90.

18. Sajid M, Syed JH, Iqbal M, Abbas Z, Hussain I, Baig MA. Assessing the generation, recycling and disposal practices of electronic/electrical-waste (E-Waste) from major cities in Pakistan. Waste Management. 2019;84:394-401.

19. Singh M, Thind PS, John S. An analysis on e-waste generation in Chandigarh: quantification, disposal pattern and future predictions. Journal of Material Cycles and Waste Management. 2018;20:1625-37.

20. Kim S, Oguchi M, Yoshida A, Terazono A. Estimating the amount of WEEE generated in South Korea by using the population balance model. Waste Management. 2013;33(2):474-83.

21. Chakraborty S, Qamruzzaman M, Zaman M, Alam MM, Hossain MD, Pramanik B, et al. Metals in e-waste: Occurrence, fate, impacts and remediation technologies. Process Safety and Environmental Protection. 2022;162:230-52.

22. Cucchiella F, D'Adamo I, Koh SL, Rosa P. Recycling of WEEEs: An economic assessment of present and future e-waste streams. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015;51:263-72.

23. Bahmanpour H. Investigation of factors affecting the diffusion of cadmium from electronic waste in soil environments. Journal of Environmental Geology. 2019;12(45):19-28 (in Persian).

24. Soroush YS, Gholamreza B, Hossein TA, Roozbeh HH. E-Waste toxicity, expulsion and its status in IRAN: A review. Environment. 2012;1(7):61-64.

25. Sinha-Khetriwal D, Kraeuchi P, Schwaninger M. A comparison of electronic waste recycling in Switzerland and in India. Environmental Impact Assessment Review. 2005;25(5):492-504.

26. Rahmani M, Nabizadeh R, Yaghmaeian K, Mahvi AH, Yunesian M. Estimation of waste from computers and mobile phones in Iran. Resources, Conservation and Recycling. 2014;87:21-29.

27. Cenci MP, Dal Berto FC, Schneider EL, Veit HM. Assessment of LED lamps components and materials for a recycling perspective. Waste Management. 2020;107:285-93.

28. Bai Y, Muralidharan N, Sun YK, Passerini

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

S, Whittingham MS, Belharouak I. Energy and environmental aspects in recycling lithium-ion batteries: Concept of battery identity global passport. Materials Today. 2020;41:304-15.

29. Karimian S, Shekoohiyan S, Moussavi G. Ecological risk assessment of heavy metals in landfill soil of Tehran and its adjacent residential area. Iranian Journal of Health and Environment. 2021;13(4):621-38 (in Persian).

30. Hatami Manesh M, Mirzaei M, Gholamali Fard M, Riyahi Bakhtiyari AR, Sadeghi M. Evaluation of copper, zinc, and chromium concentration in landfill soil and hospital waste ash of Shahrekord municipal solid waste landfill. Iranian Journal of Health and Environment. 2015;8(1):57-66 (in Persian).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Estimation of the amount of electrical and electronic waste (e-waste) generated by households and government offices in Abadeh Tashk city, Fars province, using the consumption and use method

Fatemeh Zoormand[1], Ghasem Hassani[1], Narges Roustaei[2], Soheila Rezaei[1,3,*]

1- Department of Environmental Health Engineering, School of Health and Nutrition Sciences, Yasuj University of Medical Sciences, Yasuj, Iran
2- Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Health and Nutrition Sciences, Yasuj University of Medical Sciences, Yasuj, Iran
3- Social Determinants of Health Research Center, Yasuj University of Medical Sciences, Yasuj, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 14 October 2024
Revised: 31 December 2024
Accepted: 06 January 2025
Published: 28 May 2025

Keywords: Electrical and electronic waste, Hazardous waste, Waste management, Abadeh Tashk

***Corresponding Author:**
s.rezaei85@gmail.com

ABSTRACT

Background and Objective: The rapid development of technology in recent decades has led to a significant increase in the consumption of electronic products, with global e-waste generation reaching approximately 2.5 million tons per year. However, there is limited local data on the amount of e-waste produced. This study aims to estimate the quantity and composition of valuable and hazardous components in e-waste generated by households and government offices in Abadeh Tashk.

Materials and Methods: A questionnaire was used to determine the number of 27 types of electrical and electronic equipment present in 200 households and 40 government offices in Abadeh Tashk city in 2022. The production of e-waste was then estimated using the consumption-and-use method, based on the average weight and lifespan of the equipment. Valuable components such as iron, copper, aluminum, plastic, silver, gold, tin, and zinc, along with hazardous components including cobalt, barium, arsenic, antimony, chromium, nickel, lead, and mercury, were identified and quantified.

Results: It was estimated that households generated 25 kg/year of e-waste per household, equivalent to 7.9 kg/year per capita. Government offices produced a total of 3.53 tons/year of e-waste. The total weight of valuable components was 574.85 kg for households and 24.41 kg for government offices, while the total weight of hazardous components was estimated at 25.99 kg and 1.07 kg, respectively. Iron and plastic accounted for more than 70% of the valuable components, while arsenic and lead constituted over 60% of the hazardous components in these wastes.

Conclusion: Considering the significant presence of valuable components in the e-waste of Abadeh Tashk city and the potential for their recycling, as well as the environmental and health risks posed by hazardous components, effective planning for e-waste management is essential. Such efforts could mitigate adverse effects on human health and the environment while promoting resource recovery.

Please cite this article as: Zoormand F, Hassani Gh, Roustaei N, Rezaei S. Estimation of the amount of electrical and electronic waste (e-waste) generated by households and government offices in Abadeh Tashk city, Fars province, using the consumption and use method. Iranian Journal of Health and Environment. 2025;18(1):71-94.

Copyright © 2025 Iranian Association of Environmental Health، and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted، provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-04]