



**مروری بر وضعیت زباله‌های
صنایع الکتریکی و الکترونیکی**



معاونت بررسی های اقتصادی اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

موضوع این گزارش، الزامات موضوع اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران نیست.

شهریور ۱۴۰۳

استفاده از مطالب این گزارش با ذکر منبع بلامانع است.

Abstract

As a result of digitalization processes, the production of electronic and electrical waste in the world is increasing strongly. This type of waste includes non-consumable electronic and electrical devices that contain valuable materials from non-renewable natural resources such as lead, cadmium, mercury, etc, and if they are left in nature and not properly recycled, they put the environment and human health at risk. The problem of accumulation and management of the chain of activities related to the production, storage, collection, transfer, processing and disposal of electronic waste due to the growing speed of the digitalization process in the world as well as the rapid changes in technology and related technologies, the short life of electrical equipment and electronic, as well as the growth of consumerism culture and early replacement of devices and equipment, has become a global challenge. In this field, the gap in awareness, action and implementation in different countries is so visible; So that in 2022, 62 billion kilograms of electronic and electrical waste have been produced in the world, of which less than a quarter has been officially collected and recycled. At the same time, it is possible to turn the threat of electrical and electronic waste into an economic opportunity for the world. For this purpose, it is necessary for governments to implement targeted interventions for official and environmentally friendly collection and recycling in countries. In Iran too, electrical and electronic wastes threaten the environment severely; Because on the one hand, Iran has a large consumption market in the field of equipment related to electrical and electronic industries, and on the other hand, the lack of a plan and weak awareness and culture of waste recycling in these industries makes the issue more complicated. whereas the country of Iran produces about 400,000 tons of electrical and electronic waste every year, which, along with the threats of this amount of waste, also neglects the related economic opportunity.

چکیده

مناثر از فرآیند دیجیتالی شدن، تولید زباله‌های الکترونیکی و الکتریکی در جهان به شدت در حال افزایش است. این نوع زباله‌ها شامل دستگاه‌های الکترونیکی و الکتریکی خارج از رده مصرف هستند که حاوی مواد با ارزش از منابع طبیعی غیرقابل تجدید مانند سرب، کادمیوم، جیوه و... بوده و در صورت رهاسازی در طبیعت و عدم بازیافت صحیح، محیط زیست و سلامت انسان‌ها را در معرض خطر قرار می‌دهند. به دلیل سرعت روبه‌رو رشد فرآیند دیجیتالی شدن در جهان و همچنین تغییرات سریع تکنولوژی و فناوری‌های مربوطه، کوتاهی عمر تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی و نیز رشد فرهنگ مصرف‌گرایی و تعویض زود هنگام دستگاه‌ها و تجهیزات، مساله انباشت و مدیریت زنجیره فعالیت‌های مرتبط با تولید، ذخیره‌سازی، جمع‌آوری، انتقال، پردازش و دفع این زباله‌ها به چالشی جهانی تبدیل شده است که البته شکاف آگاهی و اقدام و اجرا در زمینه‌های یاد شده در کشورهای مختلف به شدت به چشم می‌آید؛ به نحوی که در سال ۲۰۲۲، ۶۲ میلیارد کیلوگرم زباله الکترونیکی و الکتریکی در جهان تولید شده است که از این میزان کمتر از یک چهارم آن به صورت رسمی جمع‌آوری و بازیافت شده است. این درحالی است که امکان تبدیل تهدید زباله‌های الکتریکی و الکترونیکی به یک فرصت اقتصادی برای جهان وجود دارد. به این منظور لازم است دولت‌ها مداخلات هدفمندی برای جمع‌آوری و بازیافت رسمی و سازگار با محیط زیست در کشورها را اعمال نمایند.

در ایران نیز زباله‌های الکتریکی و الکترونیکی محیط زیست را به شدت تهدید می‌کنند؛ زیرا از یک سو ایران بازار مصرف بزرگی در حوزه تجهیزات وابسته به صنایع الکتریکی و الکترونیکی دارد و از سوی دیگر فقدان برنامه و ضعف آگاهی و فرهنگ بازیافت زباله‌های این صنایع موضوع را پیچیده‌تر می‌کند. این درحالی است که کشور ایران سالانه حدود ۴۰۰ هزار تن زباله الکتریکی و الکترونیکی تولید می‌کند که در کنار تهدیدات این میزان زباله، از فرصت اقتصادی مربوط به آن نیز غفلت می‌شود.



فهرست

۵	..... مقدمه
۶	..... ماهیت زباله های الکترونیکی و الکتریکی
۶	..... دلایل تبدیل زباله های الکترونیکی و الکتریکی به معضل بزرگ جهانی
۹	..... مدیریت زباله های الکتریکی و الکترونیکی
۱۰	..... فرصت های اقتصادی زباله های الکترونیکی و الکتریکی
۱۱	..... خطرات و روش های پرخطر مدیریت غیربهبینه زباله های الکترونیکی و الکتریکی
۱۱	..... روش های بهبود مدیریت زباله های الکتریکی و الکترونیکی
۱۲	..... وضعیت زباله های الکترونیک در ایران
۱۳	..... جمع بندی و پیشنهادات
۱۴	..... منابع

مقدمه

جهان به سرعت در حال الکترونیکی سازی و تحول دیجیتال است. فناوری‌های دیجیتال به صورت عمیقی شیوه‌های زندگی، معاشرت، خرید و فروش، کار، آموزش و... انسان‌ها را تغییر داده‌اند و با توجه به نوآوری‌های متداوم در این حوزه، جوامع در معرض تغییرات عمیق تری قرار دارند. افزایش پیوستگی بین مناطق دور و نزدیک دنیا با هم، موجب افزایش تعداد دستگاه‌ها و اشیاء متصل به اینترنت و افزایش میزان استفاده مردم از دستگاه‌های الکترونیکی و دیجیتال شده است.

این افزایش رشد همزمان در میزان تجهیزات و زباله‌های الکترونیکی و الکتریکی باعث شده است هنگامی که تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی دفع می‌شوند، جریان زباله‌ای تولید شود که همزمان حاوی مواد خطرناک و با ارزش است که در مجموع به عنوان زباله الکترونیکی یا زباله‌های صنایع و تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی^۱ شناخته می‌شود. زباله‌های الکترونیک عموماً حاوی منابع ارزشمند غیر قابل تجدید از جمله مس، سرب، قلع، آلومینیوم، جیوه، کادمیوم، طلا، نقره، نیکل، آهن، پالتین، پالادیوم و... است که در صورت عدم بازیافت یا بازیافت غیراصولی، می‌توانند به خاک و آب نفوذ کنند و انتشار دود ناشی از سوزاندن این زباله‌ها، گازها و ذرات معلق در هوا، تخلیه زباله‌های مایع در آب و سیستم‌های زهکشی و در کل دفع زباله‌ها به شیوه‌های خطرناک موجب تخریب محیط زیست و تهدید سلامتی انسان‌ها می‌شود.

در سال ۲۰۲۲، ۶۲ میلیارد کیلوگرم زباله الکترونیکی (معادل میانگین ۷.۸ کیلوگرم سرانه در سال) در سطح جهان تولید شد. ۲۲.۳ درصد از این توده زباله الکترونیکی به‌طور رسمی جمع‌آوری شده و به روشی سالم از نظر محیط زیست بازیافت شده است. در سال ۲۰۱۰، جهان ۳۴ میلیارد کیلوگرم زباله الکترونیکی تولید کرد که از آن زمان به بعد سالانه به طور متوسط ۲.۳ میلیارد کیلوگرم افزایش یافته است. نرخ جمع‌آوری و بازیافت رسمی مستند نیز افزایش یافته است و از ۸ میلیارد کیلوگرم در سال ۲۰۱۰ با نرخ متوسط ۰.۵ میلیارد کیلوگرم در سال به ۱۳.۸ میلیارد کیلوگرم در سال ۲۰۲۲ رسیده است؛ به این ترتیب افزایش تولید زباله الکترونیکی شدت و به دلیل پیشرفت فناوری، مصرف بیشتر، گزینه‌های تعمیر محدود، چرخه عمر کوتاه محصول، رشد الکترونیکی شدن و زیرساخت‌های مدیریت زباله الکترونیکی نامناسب، میزان تولید این نوع زباله‌ها از میزان جمع‌آوری و بازیافت رسمی و سازگار با محیط زیست پیشی گرفته است که این وضعیت به طور کل هم بر اقتصاد و هم بر محیط زیست جهانی تأثیرات منفی گسترده‌ای دارد.

به این ترتیب، هرچند لوازم الکتریکی و الکترونیکی به بخشی ضروری از زندگی انسان تبدیل شده، اما خطرات این تجهیزات بر محیط زیست را نمی‌توان نادیده گرفت و در کنار مقررات سخت گیرانه‌تر بازیافت و دفع زباله الکترونیکی، به سیاست‌هایی نیاز است که مسئولیت همه ذینفعان از تولیدکننده تا مصرف‌کننده را گسترش دهد.

¹ Waste Electrical And Electronic Equipment

ماهیت زباله‌های الکترونیکی و الکتریکی

زباله‌های الکتریکی و الکترونیکی به دستگاه‌ها و قطعات الکترونیکی مصرف و از رده خارج شده گفته می‌شود که حاوی فلزات خطرناکی مانند کادمیوم، مس، نیکل، روی، باریوم، برلیوم، انواع پالستیک‌ها، آلومینیوم، نقره، پلاتین هستند. از جمله این زباله‌ها می‌توان به تلفن‌ها و کامپیوترها، لوح فشرده، کیت‌های الکترونیکی و... اشاره کرد که اگر در طبیعت رها شوند و در صورت عدم بازیافت صحیح، آلوده کننده خطرناک محیط زیست به شمار می‌روند. به فهرست روبه رشد این نوع دستگاه‌ها و تجهیزات می‌توان انواع لوازم خانگی، دوچرخه‌ها و اسکوترهای الکترونیکی، مانیتورهای سلامت، حسگرهای محیطی و وسایل و تجهیزات تعبیه شده در اسباب بازی‌ها، مبلمان، انواع باتری و...، تجهیزات صرفه‌جویی در انرژی دستگاه‌های فتوولتائیک LED و پمپ‌های حرارتی را افزود.

تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی طیف گسترده‌ای از محصولات را شامل می‌شود که هر کدام دارای مواد و محتوا و روش‌های بازیافت منحصر به فرد بوده و در صورت عدم مدیریت به شیوه‌ای سالم، به محیط زیست و سلامت انسان آسیب وارد می‌کنند. در شکل روبه رو این محصولات براساس عملکرد، ترکیب مواد، وزن متوسط و پایان عمر تفکیک شده‌اند.



منبع: The Global E-waste Monitor 2024

دلایل تبدیل زباله‌های الکترونیکی و الکتریکی به معضل بزرگ جهانی

دلایل فراوان و مهمی برای انباشت و تبدیل شدن تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی به زباله‌های خطرناک و تهدیدکننده محیط زیست، بهداشت و اقتصاد جهانی وجود دارد. برخی از مهمترین دلایل مذکور به شرح زیر است:



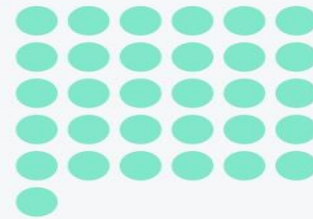
نگاهی به ویژگی‌ها و ترکیب زباله‌های الکترونیکی در جهان

مختصات ۶۲ میلیارد کیلوگرم زباله الکترونیکی در سال ۲۰۲۲



ترکیب زباله‌های الکترونیکی جهانی - ۲۰۲۲

۳۱ میلیارد کیلوگرم فلز



۱۷ میلیارد کیلوگرم پلاستیک



۱۴ میلیارد کیلوگرم مواد دیگر



۱۳.۸ میلیارد

کیلوگرم زباله

الکترونیکی به‌طور رسمی و به شیوه‌ای سازگار با محیط زیست جمع‌آوری و بازیافت می‌شود.

تقریباً ۱۸ میلیارد کیلوگرم

زباله الکترونیکی در کشورهای با درآمد کم و متوسط پایین بدون زیرساخت مدیریت زباله الکترونیکی، عمدتاً توسط بخش غیررسمی، مدیریت می‌شود.

تقریباً ۱۶ میلیارد کیلوگرم

زباله الکترونیکی خارج از سیستم‌های رسمی در کشورهای با درآمد بالا و متوسط با زیرساخت‌های توسعه یافته مدیریت زباله الکترونیکی جمع‌آوری و بازیافت می‌شود.

تقریباً ۱۴ میلیارد کیلوگرم زباله

الکترونیکی دفع می‌شود که بیشتر آن در سطح جهان دفن می‌شود. جمع‌آوری و بازیافت غیررسمی زباله‌های الکترونیکی باعث می‌شود سالانه ۵۸ هزار کیلوگرم جیوه و ۴۵ میلیون کیلوگرم پلاستیک حاوی مواد مقاوم در برابر شعله در محیط زیست می‌شود که تاثیر مستقیم و شدیدی محیط زیست و سلامت مردم دارد.

زباله‌های الکترونیکی تولید شده در سال

۲۰۲۲ شامل ۳۱ میلیارد کیلوگرم فلز، ۱۷

میلیارد کیلوگرم پلاستیک و ۱۴ میلیارد

کیلوگرم مواد دیگر (مواد معدنی، شیشه، مواد

کامپوزیتی و غیره) بود.

تقریباً ۱۹ میلیارد کیلوگرم زباله الکترونیکی، عمدتاً از

فلزاتی مانند آهن که در مقادیر زیاد وجود دارد و نرخ

بازیافت بالایی در تقریباً تمام مسیرهای مدیریت زباله

الکترونیکی دارد، به منابع ثانویه تبدیل شد. فلزات گروه

پلاتین و فلزات گرانبها از با ارزش‌ترین فلزات بودند اما

در مقادیر بسیار کمتری وجود داشتند. با این وجود،

تخمین زده می‌شود که هزار کیلوگرم از طریق روش

های بازیافت رسمی و غیررسمی به منابع ثانویه تبدیل

شد.

سهم درخواست‌های ثبت اختراع برای مدیریت زباله‌های الکترونیکی از ۱۴۸ در میلیون در سال ۲۰۱۰ به ۷۸۷ در میلیون در سال ۲۰۲۲ افزایش یافته است. در کشورهای کم درآمد و با درآمد متوسط پایین بدون زیرساخت‌های توسعه یافته، مدیریت زباله الکترونیکی عمدتاً توسط بخش غیررسمی اداره می‌شود. برنامه‌های کاربردی مربوط به فن‌آوری‌های بازیافت کابل بود، و به ندرت هیچ نشانه‌ای از افزایش تعداد پتنت‌های ثبت شده برای فناوری‌های مربوط به بازیابی مواد خام حیاتی وجود داشت. اگرچه عناصر خاکی کمیاب دارای ویژگی‌های منحصر به فردی هستند که برای فناوری‌های آینده، از جمله تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و تحرک الکترونیکی حیاتی هستند، اما جهان به‌طور خیره‌کننده‌ای به زنجیره‌های تولید چند کشور وابسته است. بازیافت چنین عناصری از نظر اقتصادی چالش برانگیز است، حتی در مورد دستگاه‌هایی با محتوای بالاتر. در نتیجه، فعالیت‌های بازیافت تنها حدود ۱ درصد از تقاضای فعلی برای بازیافت عناصر کمیاب خاکی را در بر می‌گیرد. قیمت بازار عناصر خاکی کمیاب هنوز برای پشتیبانی از عملیات بازیافت تجاری در مقیاس بزرگتر بسیار پایین است.

نرخ‌های جمع‌آوری و بازیافت رسمی مستند در مناطق مختلف به‌طور قابل‌توجهی متفاوت است و اروپا دارای نرخ ۴۲.۸ درصدی است. با این وجود، کشورهای عضو اتحادیه اروپا پیشرفت کمی در جهت دستیابی به اهداف جمع‌آوری الزام‌آور قانونی خود داشته‌اند. کشورهای آفریقایی کمترین میزان زباله‌های الکترونیکی را تولید می‌کنند، اما برای بازیافت آن تلاش می‌کنند. نرخ بازیافت آنها زیر ۱ درصد است. کشورهای آسیایی تقریباً نیمی از زباله‌های الکترونیکی جهان (۳۰ میلیارد کیلوگرم) را تولید می‌کنند، اما پیشرفت‌های محدودی در مدیریت زباله‌های الکترونیکی داشته‌اند. علاوه بر این، تعداد نسبتاً کمی از آنها قوانینی را وضع یا اهداف جمع‌آوری زباله‌های الکترونیکی را مشخص کرده‌اند. در سال ۲۰۲۲، مناطقی که بیشترین میزان زباله الکترونیکی را تولید کردند، اروپا (۱۷.۶ کیلوگرم)، اقیانوسیه (۱۶.۱ کیلوگرم) و قاره آمریکا (۱۴.۱ کیلوگرم) بودند.

میزان زباله‌های الکترونیکی تولید و جمع‌آوری شده



میانگین سالانه جمع‌آوری رسمی و نرخ بازیافت در سال ۲۰۲۲

- زباله‌های الکترونیکی تولید سرانه بر حسب کیلوگرم
- زباله‌های الکترونیکی مستند شده برای جمع‌آوری و بازیافت سرانه بر حسب کیلوگرم
- میانگین سالانه جمع‌آوری رسمی و نرخ بازیافت

مدیریت زباله‌های الکترونیکی و الکتریکی

مدیریت یکپارچه چالش‌های زباله‌های الکترونیکی در جوامع مدرن بسیار مهم است. مدیریت زباله‌ها مدیریت فعالیت‌های مرتبط با تولید، ذخیره‌سازی، جمع‌آوری، انتقال، پردازش و دفع زباله‌های الکترونیکی و الکتریکی است که باید با رعایت اصول اقتصادی، انرژی، زیبایی‌شناسی و محیط زیستی صورت گیرد. به طور کلی مدیریت این نوع زباله‌ها مشمول مقرراتی است که اصل سیاست زیست محیطی مسئولیت توسعه یافته تولیدکننده را ترویج می‌کند. کشورهایی که دارای چنین ابزار قانونی هستند، برای مدیریت صحیح زباله‌های الکترونیکی و مستندسازی و زیرساخت‌های مدیریت زباله الکترونیکی بهتر، تمایل دارند شبکه گسترده‌ای از نقاط جمع‌آوری تفکیکی با مکانیسم‌های تامین مالی زباله‌های الکترونیکی داشته باشند. با این حال، اجرای سیاست و قوانین و مقررات زباله‌های الکترونیکی همچنان یک چالش واقعی در سطح جهانی است و رکود جهانی در نرخ جمع‌آوری و بازیافت زباله‌های الکترونیکی جهانی احتمالاً با این واقعیت تشدید می‌شود که تنها ۴۶ کشور اهداف افزایش نرخ جمع‌آوری و تنها ۳۶ کشور اهداف افزایش نرخ بازیافت را دارند. به طور کلی، سطح آگاهی در مورد زباله‌های الکترونیکی پایین است و گزینه‌های کمی برای دفع مناسب وجود دارد. علاوه بر این، شکاف بین آگاهی و اقدام واقعی و اجرای آن همچنان که بسیاری از کشورهای با درآمد بالا تجربه کرده‌اند، بسیار زیاد است. در حالی که گزینه‌های محدودی برای دفع زباله‌های الکترونیکی و ردپای زیست محیطی از تولید وجود دارد، اما امروزه حرکت قابل توجهی برای ترویج استفاده مجدد از تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی از طریق تعمیر و نوسازی آنها وجود دارد.



² Extended Producer Responsibility (EPR)

با این حال، با توجه به نرخ پایین جمع آوری و زیرساخت های بازیافت محدود در بسیاری از نقاط جهان، محدودیت های واضحی از نظر شیوه های بازیافت سازگار با محیط زیست وجود دارد. برای رسیدگی به این موضوع، سرمایه گذاری بیشتر در توسعه زیرساخت ها و ترویج بیشتر تعمیر و استفاده مجدد از تجهیزات و اقداماتی برای توقف حمل و نقل غیرقانونی زباله های الکترونیکی ضروری است.



منبع: Global E-waste Monitor 2024

فرصت های اقتصادی زباله های الکترونیکی و الکتریکی

هر گونه بهبود در جمع آوری و بازیافت زباله های الکترونیکی که آثار چندوجهی از جمله آثار اقتصادی مهم بر جامعه دارد، به همکاری موثر بین بخش های رسمی و غیررسمی جمع آوری و بازیافت و همچنین تلاش عمده برای رسمی کردن فعالیت های بخش غیررسمی نیاز دارد. در این راستا اولویت بندی جداسازی زباله های الکترونیکی از منبع در کشورهایی که فاقد قوانین خاص زباله الکترونیکی هستند و ایجاد طرح های جمع آوری موثر است؛ به این ترتیب زباله های الکترونیکی جمع آوری شده مستقیماً به بخش بازیافت های زباله الکترونیکی به روش های سازگار با محیط زیست منتقل می شوند. در کشورهای توسعه یافته دولت ها افزایش نرخ جمع آوری را از طریق مداخلات هدفمند و تعیین نرخ های جمع آوری مناسب در اولویت قرار می دهند.

سرمایه‌گذاری‌های در زیرساخت‌های مدیریت زباله‌های الکترونیکی، تقاضا برای مواد بازیافتی را افزایش می‌دهد و در نتیجه درآمدهای بالاتری را هم برای بازیافت‌کنندگان غیررسمی و هم برای بخش بازیافت رسمی زباله به دنبال خواهد داشت که این امر، عملاً منجر به افزایش بیشتر در جمع‌آوری زباله‌های الکترونیکی و نرخ بازیافت خواهد شد. علاوه بر این، تعمیر و بازسازی تجهیزات باید پشتیبانی شود و طرح‌های هوشمندتر توسعه یابد تا طول عمر تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی را افزایش دهد.

خطرات و روش‌های پرخطر مدیریت زباله‌های الکترونیکی و الکتریکی



سوزاندن

- امکان نشت ذرات سمی ناشی از سوختن و دود این نوع زباله ها
- سوزاندن زباله های رایانه ای، بزرگترین منبع تولید دی اکسید ها وانتشار فلزات سنگین نظیرجیوه



دفن

- امکان نفوذ شیرابه، فلزات سنگین وعناصر موجود در زباله های الکتریکی و الکترونیکی به محیط اطراف، آلودگی خاک و آب های زیرزمینی-احتمال آتش سوزی



حمام اسید

- غوطه ور کردن زباله های الکتریکی و الکترونیکی در مدارهای الکترونیکی در محلول های قوی و مؤثر اسیدهای سولفوریک، هیدروکلریک یا نیتریک

روش‌های بهینه مدیریت زباله های الکتریکی و الکترونیکی



تفکیک

- جداسازی مواد سمی و مضر برای محیط زیست (مانند باتری ها و...)



فرآیندهای مکانیکی

- جداسازی مواد مختلف قابل بازیافت و آلاینده ها، شامل واحد شکستن و خرد کردن و جداکننده های مغناطیسی، جداکننده های بادی، جداکننده های جریان گردابی



پالایش

- عبور زباله ها از فرآیندهای پیرومتالورژی، هیدرومتالورژی و الکتروشیمیایی و استحصال فلزات، پلاستیک ها ، شیشه و...

وضعیت زباله‌های الکترونیک در ایران

ایران بزرگترین بازار مصرف قطعات رایانه در منطقه است و در استان تهران نیز به دلیل جمعیت روز افزون، استقرار واحدهای خدماتی، تجاری، تولیدی، و صنعتی و از همه مهم‌تر وزارتخانه‌ها، ادارات، و سازمان‌ها، میزان قابل توجهی از پسماندهای الکتریکی و الکترونیک تولید می‌شود، اما به دلیل فقدان برنامه جامع و فرهنگ بازیافت زباله‌های الکتریکی و الکترونیک، می‌توان گفت محیط‌زیست کشور و استان از این ناحیه در خطر و فرصت اقتصادی آن نیز مورد غفلت است.

شورای عالی حفاظت محیط زیست در جلسه مورخ ۷/۶/۸۹ کمیسیون امور زیربنایی صنعت و محیط زیست بنا به پیشنهاد شماره ۱-۷۷۳۰ مورخ ۸/۲/۱۳۸۹ سازمان حفاظت محیط زیست و به استناد ماده ۱۱ قانون مدیریت پسماندها مصوب ۱۳۸۳ ضوابط و روش‌های مدیریت اجرائی پسماندهای برقی و الکترونیک را در ۶۳ ماده و ۲ پیوست تصویب نمود. در حال حاضر در مناطق ۲۲ گانه تهران غرفه‌های «الکتروکاپ» برای جمع‌آوری ضایعات الکترونیک فعال هستند و شهروندان در ازای تحویل این نوع ضایعات یا تفکیک پسماندهای الکترونیک و الکتریکی و تحویل آن به غرفه‌های بازیافت می‌توانند مبالغ مربوط را دریافت کنند، اما هنوز بخش اعظم زباله‌های الکترونیک و الکترونیک بدون تفکیک با پسماند شهری به مراکز دفن می‌روند؛ درحالی‌که عناصری مانند جیوه، سرب و کروم وارد محیط زیست شده و موجب آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی می‌شوند و این درحالی است که ۷۰ درصد آلودگی فلزات سنگین در شیرابه‌ها مربوط به پسماندهای الکتریکی و الکترونیک است. درعین حال عدم توجه کافی به بازیافت این نوع زباله‌ها موجب از دست رفتن نیز میزان قابل توجهی از عناصر و فلزات ارزشمند مانند طلا، نقره و مس می‌شود.

در برخی کشورها از جمله کشورهای توسعه یافته، به دلیل حجم و میزان بالای این نوع زباله‌ها و سودآوری بازیافت آن، فعالیت بخش خصوصی در این حوزه توجیه‌پذیر و منطقی است اما در کشور ما که اتفاقاً این نوع تجهیزات خیلی زود از رده مصرف خارج و مستهلک می‌شوند، به دلیل ضعف فرهنگی و عدم اطلاع‌رسانی، مردم حتی از شیوه‌های دفع صحیح این زباله‌ها نیز اطلاعی ندارند و آن‌ها را به عنوان و در میان زباله‌های شهری دور می‌ریزند؛ درحالی که بخش قابل توجهی از زباله‌های الکتریکی و الکترونیک قابل بازیافت بوده و عموماً حاوی مقادیر قابل توجهی از فلزات با ارزش مانند طلا و نقره است، اما مردم این زباله‌ها را همراه با زباله‌های شهری دور می‌ریزند که این امر باعث ورود زباله‌ها به زنجیره غذایی شده و علاوه بر امنیت محیط زیست، امنیت بهداشتی و غذایی مردم را نیز تهدید کرده و موجب بیماری‌های مختلف کلیوی، خونی، قلبی، سرطان، بیماری‌های سیستم عصبی و... می‌شود.

هرچند از میزان تولید و بازیافت زباله‌های الکترونیک و الکتریکی در ایران اطلاع دقیقی در دسترس نیست و به نظر می‌رسد بخش غیررسمی در جمع‌آوری و بازیافت این نوع زباله‌ها فعالیت بیشتری دارد، اما گفته می‌شود در کشور سالانه حدود ۴۰۰

هزار تن زباله الکترونیکی تولید می‌شود که اگر به‌درستی جمع‌آوری و بازیافت شود، می‌تواند میلیاردها تومان ارزش اقتصادی ایجاد کند. با این حال، در حال حاضر، مدیریت زباله الکترونیکی در کشور ما به خوبی انجام نمی‌شود و این فرصت اقتصادی عظیم تا حد زیادی نادیده گرفته شده است.

جمع‌بندی و پیشنهادات

آثار منفی زیست‌محیطی و بهداشتی ناشی از دفع غیررسمی زباله‌های الکترونیکی و عدم بازیافت مناسب آن‌ها موجب آلودگی خاک، محصولات کشاورزی، آب‌های زیرزمینی، دریا و جو می‌شود. برای مدیریت این نوع تهدیدات، کشورها به سمت مقررات و قوانین اجباری جمع‌آوری، بازیافت و دفع صحیح زباله‌های الکترونیکی و الکترونیکی می‌روند. برخی راهکارهای موثر در این زمینه را می‌توان به شرح زیر مورد اشاره قرار داد:

- بالا بردن هزینه‌های بازیافت غیررسمی
- بررسی و بازرسی تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی از منظر داشتن مواد خطرناک در محل تولید و یا در بازار
- کاهش واردات محصولات الکترونیکی و الکترونیکی و کنترل هنگام واردات از منظر داشتن مواد خطرناک
- جداسازی قطعات قابل استفاده مجدد، ارتقا یا بازیابی از سایر قطعات و دفع ایمن قطعات بازمانده
- ممنوعیت و ممانعت از سوزاندن زباله‌های الکترونیکی
- واردات یا تولید رایانه‌هایی با قابلیت ارتقا و دوام بیشتر
- تعیین ایستگاه‌های دریافت و تحویل زباله‌های الکترونیکی و الکترونیکی
- سرمایه‌گذاری در حوزه زیرساخت‌ها و فناوری‌های بازیابی زباله‌های الکترونیکی و الکترونیکی
- جلب همکاری مردم در تفکیک و تحویل این نوع زباله‌ها از طریق مشوق‌های مالی و معرفی فراگیر این نوع طرح‌ها به مردم
- مسئولیت‌پذیری تولیدکنندگان در قبال زباله‌های الکترونیکی و الکترونیکی
- عدم استفاده از مواد خطرناک (جلوگیری از آلودگی تنها به معنای بازیافت زباله‌ها نیست؛ بلکه از ابتدا باید موادی تولید شوند که حاوی مقدار کمی از زباله بوده و در آن‌ها از مواد خطرناک استفاده نشود).
- مسئولیت‌پذیرکردن تولیدکننده در قبال هزینه‌های آن‌چه که تولید کرده است؛ در این صورت تولیدکنندگان از موادی استفاده خواهند کرد و یا تولیداتی خواهند داشت که دارای خطر کمتری برای جامعه باشد.
- مکلف کردن تولیدکنندگان به پس‌گرفتن زباله‌ها و مواد ضایعاتی که در این صورت، تولیدکنندگان موادی را که تولید کرده‌اند، در پایان عمر مفید پس‌خواهند گرفت.
- طراحی محصولات برای استفاده طولانی مدت و داشتن قابلیت ارتقا و بازسازی و استفاده مجدد.
- طراحی برای بازیافت و حصول اطمینان از این که محصولات در هنگام بازیافت، دوباره مواد مضر تولید نکنند.
- ایجاد دفاتر و تشکل‌های محلی رسیدگی به موضوع زباله‌های الکترونیکی
- بازیابی و استفاده مجدد و اهدا مواد الکترونیکی به مراکزی که به آن‌ها نیاز دارند

- خرید وسایل دوستدار محیط زیست و دارای علامت‌های مخصوص این ویژگی
- هدایت نظام نوآوری و تولید کشور به سمت محصولات دوستدار محیط زیست

همچنین با توجه به ارزش بالای مواد موجود در زباله‌های الکترونیکی و خطرات زیست‌محیطی ناشی از مدیریت نامناسب آن‌ها، نیاز به برنامه‌ریزی جامع و اجرای مؤثر قوانین مرتبط با مدیریت زباله‌های الکترونیکی بیش از پیش احساس می‌شود. اجرای کامل ضوابط و روش‌های مدیریت اجرائی پسماندهای برقی و الکترونیکی و ایجاد زیرساخت‌های لازم برای جمع‌آوری، تفکیک و بازیافت این زباله‌ها می‌تواند تأثیرات مثبتی بر اقتصاد و محیط زیست کشور داشته باشد.

منابع

- بختیاری، امیر، و حاجی زاده نیاری، مژگان. (۱۳۹۵). اهمیت بازیافت پسماندهای الکترونیکی و الکترونیکی در کلانشهر تهران (بررسی روش‌های نوین بازیافت و تحلیل به روش PESTEL). *کنفرانس بین‌المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی*
- راسخی، سعید و خدام‌الحسینی، سید حمید (۱۴۰۲). اثر فناوری و نوآوری سبز بر تولید زباله‌های الکترونیکی در کشورهای منتخب. *OECD فصلنامه علمی پژوهش‌های اقتصاد صنعتی*، (24) 7، 69-82.
- مدنیان، سامان، و زنجانی، سیدمحمدعلی. (۱۳۹۹). بررسی روش‌های مدیریت و بازیافت زباله‌های روبه‌رشد الکترونیکی با تأکید بر فرآیندهای سازگار با محیط زیست. *نشریه روش‌های هوشمند در صنعت برق*، ۱۱(۴۱)، ۶۱-۷۱.

The Global E-Waste Monitor Report(2024): https://ewastemonitor.info/wpcontent/uploads/2024/03/GEM_2024_18-03_web_page_per_page_web.pdf