زباله های الکترونیکی

مشکلات زیست محیطی و مدیریت کنونی

JOURNAL OF
Engineering Science and Technology Review

گروه مهندسی تولید و مدیریت، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه Democritus یونان

G. Gaidajis*, K. Angelakoglou and D. Aktsoglou

چکیده

در این مقاله مشکلات زیست محیطی مرتبط با لوازم الکترونیکی دور انداخته شده، شناخته شده به عنوان زباله های الکترونیکی، بررسی شده است. علاوه بر این، تولید زباله های الکترونیکی، در حال حاضر و در آینده، مشکلات بالقوه زیست محیطی همراه با دفع شان و شیوه های مدیریت بحث شده است با در نظر گرفتن اینکه تدابیر مدیریتی زباله های الکترونیکی موجود در یونان و دیگر کشورها (ژاپن، سوئیس) نیز نقل شده است.

کلید واژه ها: مدیریت زباله الکترونیکی، آلودگی محیط زیست، بازیافت

۱- مقدمه

در سال های اخیر است، اذعان افزاینده ایی از تاثیر ما بر محیط زیست به علت شیوه زندگی مان وجود دارد، در حالی که نیاز به اتخاذ یک رویکرد پایدارتر در خصوص عادات مصرف ما به صورت اهمیت ویژه ای پدیدار شده است. این روند به بخش های صنعتی توجه دارد که بر عادات مصرف و، به ویژه، صنعت الکترونیکی تاثیر می گذارد که در آن چرخه عمر کوتاه و به سرعت در حال توسعه یِ فن آوری منجر به افزایش حجم زباله های الکترونیکی گردیده است. بیشتر عناصر زباله های الکترونیکی به محل های دفن زباله برده می شوند. با این حال، قابلیت بازیافت جزئی آنها، به علت مواد تشکیل دهنده یِ شان همراه با محدودیت های اجتناب ناپذیر در محل های دفن زباله، منجر به توسعه یِ تکنیک های بازیابی برای بازیافت و استفاده مجدد شده است، که نه تنها از جنبه مدیریت مواد زائد بلکه از جنبه های بازیابی مواد ارزشمند اهمیت بازیافت زباله های الکترونیکی را پررنگ می کند.

مواد زائد الکترونیکی اغلب به اشتباه مربوط به کامپیوتر های قدیمی و یا به طور کلی تجهیزات فناوری اطلاعات دانسته می شوند، در حالی که اصطلاح مترادفِ زباله های برقی و تجهیزات الکترونیکی (WEEE) نیز در ادبیات بین المللی استفاده می شود. چند تعاریف زباله های الکترونیکی در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱. خلاصه تعاریف انتخاب شده یِ زباله الکترونیکی.

دستورالعمل اروپایی EC/۹۶/۲۰۰۲: "ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی، شامل تمام اجزاء، مونتاژها و مواد مصرفی می باشند که در زمان دور انداختن بخشی از محصول هستند".رهنمود EEC/۴۴۲/۷۵، ماده I A) "زباله" تعریف می شود به عنوان: "هر ماده یا شیء که دارنده دور می اندازد و یا لازم است طبق قررات مربوط به قوه مقننه ملی دور انداخته شود"

شبکه ی عملکرد باسل: "زباله الکترونیکی شامل طیف گسترده ای از لوازم الکترونیکی اعم از لوازم خانگی بزرگ مانند یخچال، تهویه مطبوع، تلفن های همراه، سیستم های استریو و مصرفی اقلام الکترونیکی کامپیوتر می باشد که توسط کاربران خود دور انداخته می شوند".

OECD: هر گونه لوازم خانگی که برق مصرف می کند و به پایان چرخه زندگی خود رسیدن است ".

در این مقاله، "زباله الکترونیکی" و WEEE مترادف در نظر گرفته می شوند و عبارتند از: ۱۰ دسته که توسط دستورالعمل ۲۰۰۲ /EC/۹۶برای زباله های الکترونیکی ارائه شده است(جدول ۲).

جدول ۲. دسته بندی های زباله الکترونیکی مطابق با دستورالعمل اتحادیه اروپا ۹۶/۲۰۰۲ /EC.

نشانه	دسته	شماره
HA بزرگ	وسایل های خانگی بزرگ	۱
HA کوچک	وسایل های خانگی کوچک	۲
ICT	IT و تجهیزات ارتباطات راه دور	۳
CE	تجهیزات مصرف کننده	۴
روشنایی	تجهیزات روشنایی	۵
لوازم E & E	ابزارهای برقی و الکترونیکی (به استثنای ابزارهای صنعتی ثابت در مقیاس بزرگ)	۶
ایباب بازی ها	اسباب بازی، تجهیزات اوقات فراغت و ورزشی	۷
وسایل پزشکی	تجهیزات پزشکی	۸
M & C	ابزار های نظارت و کنترل	۹
پخش کننده های اوتوماتیک	پخش کننده های خودکار	۱۰

زباله های الکترونیکی از نظر شیمیایی و فیزیکی با زباله های صنعتی یا شهری متفاوت می باشد. زباله های الکترونیکی هم شامل مواد خطرناک و هم ارزشمند می باشند که برای جلوگیری از عوارض جانبیِ اثرات زیست محیطی و اثرات مضر بر سلامت انسان به شیوه های بازیافت و تصفیه یِ خاص نیاز دارند.

بازیابی فلزات با ارزش و پایه با بازیافت زباله های الکترونیکی ممکن می باشد، اما هزینه بالای نیروی کار و قوانین سخت زیست محیطی اجرای این فعالیت ها را، عمدتا در کشورهای آسیایی مانند چین و هند با استفاده از روش های منسوخ و تاکید ناکافی در حفاظت از کارکنان محکم کرده است. به عنوان یک نتیجه، موضوع دفع زباله های الکترونیکی نظر سیاستمداران، سازمانهای غیر دولتی، مانند صلح سبز (www.greenpeace.org)، شبکه عمل باسل (ban.org.www)، ائتلاف مواد سمی دره سیلیکون (www.svtc.org) و جامعه علمی را به خود جلب نموده است.

۲. تولید زباله الکترونیکی

۲,۱ وضعیت کنونی

تولید جهانی زباله های الکترونیکی ۲۰-۵۰ مگا تن در سال ارزیابی شده است، که برابر با ۱ - ۳٪ از برآورد تولید جهانی زباله های شهری (۱۶۳۶ مگا تن) می باشد. رایانه های شخصی، تلفن های همراه و تلویزیون ها در سال ۲۰۱۰ ۵/۵ مگا تن را شرکت خواهند داد و به ۹/۸ مگا تن در سال ۲۰۱۵ خواهد رسید. در کشورهای ثروتمندتر، زباله های الکترونیکی ۸ درصد از حجم زباله شهری خواهد بود. هر مشارکت آیتم الکترونیکی در تولید سالانه زباله های الکترونیکی، E (کیلوگرم / سال)، وابسته به جرم هر یک از آیتم های الکترونیکی، M (کیلو گرم)، کمیت آن (تعداد) در بازار و مصرف، N، و متوسط آن چرخه زندگی، L (سال) می باشد.

$$E = MN / L$$

کامپیوترهای الکترونیکی با چرخه حیات به طور متوسط ۳ سال به میزان بیشتری به جریان کل زباله های الکترونیکی در مقایسه با یخچال و اجاق آشپزخانه برقی مشارکت دارند، که دارای چرخه حیات به طور متوسط از ۱۰-۱۲ سال می باشند. برخی از انواع زباله های الکترونیکی همراه با جرم و چرخه حیات برآورد شده در جدول ۳ خلاصه شده اند.

به خصوص برای اتحادیه اروپا، مقدار زباله های الکترونیکی در هر سال ۳ - ۵٪ افزایش می یابد، سرعت سه برابر سریع تر از مواد زائد جامد شهری می باشد. در طول دوره ۱۹۹۰- ۱۹۹۹، مقدار تولید شده در EU-15 حدود ۳/۳ – ۳/۶ کیلوگرم بر ساکن بوده است، در حالی که مقادیر برآورد شده برای دوره ۲۰۰۰ - ۲۰۱۰ در حدود ۳/۹ – ۴/۳ کیلوگرم بر ساکن متغیر می باشد. با استفاده از معادله (۱)، تخمین زده شده است که سوئیس ۹ کیلوگرم / تفر / سال، جمعیت اروپا ۱۴ کیلو گرم / نفر / سال، با تولید EU-15 کل بالغ بر ۵/۵ مگا تن / سال و، در مورد EU-27، ۹/۱ – ۸/۳ مگا تن / سال تولید می کنند. ایالات متحده آمریکا در حدود ۲/۶ میلیون مگا تن تولید کرده است، در حالی که چین ۲/۵ مگا تن در سال ۲۰۰۵ تولید کرده است .هیچ داده یِ در دسترسی برای کشورهای فقیر وجود ندارد، اما ارزیابی شده است که هند و تایلند ۰/۳ و ۰/۱ مگا تن زباله الکترونیکی در سال ۲۰۰۷ تولید کرده اند.

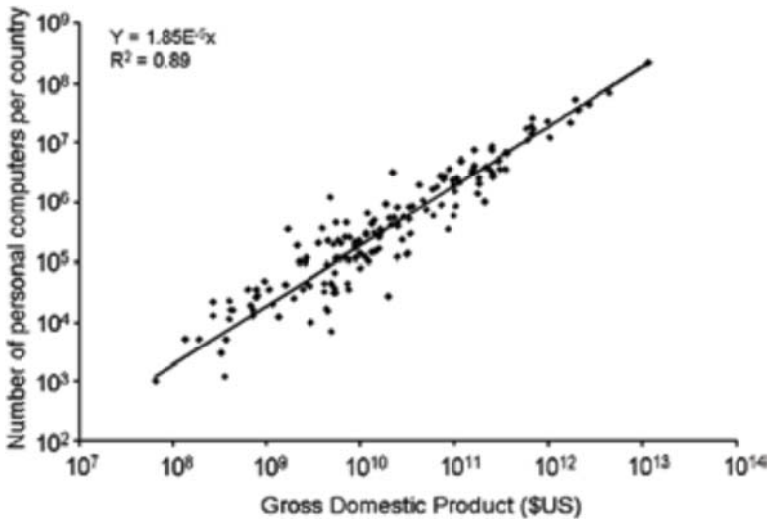
بر طبق محاسبه یِ دیگری بر اساس معادله ۱، جدول ۳ و داده های در دسترس برای تعداد کل کامپیوتر های خانگی (۰/۷۸ بیلیون واحد)، تلفن های همراه (۳/۴ بیلیون واحد)، تلفن های ثابت (۱/۲ بیلیون واحد)، تلویزین ها (۱/۴ بیلیون واحد) و رادیو ها (۲/۵ بیلیون واحد) میزان تولید کل به ۱۱/۷ مگا تن در سال می رسد. به علاوه با در نظر گرفتن تولید زباله های الکترونیکی که به طور ثابت در حال افزایش است و این حقیقت که وسایل الکتریکیِ نسبتا بزرگ (یخچال، تهویه و غیره) در محاسبه مذکور مشمول نگردیده اند، تخمین زده شده است که مقادیر کل زباله های الکترونیکی بیشتر خواهد شد. اگر افزایش جهانیِ تولید ناخالص تا تقریبا ۲۰٪ در ۶ سال گذشته نیزز در نظر گرفته شده باشد سپس تخمین مذکورِ ۲۰ – ۵۰ مگا تن در سال قابل قبول خواهد بود.

جدول ۳. انواع زباله الکترونیکی و چرخه زندگی تخمین زده شده آنها

ماده	وزن ماده (کیلو گرم)	عمر تخمین زده (سال)
کامپیوتر شخصی	۲۵	۳
دستگاه فکس	۳	۵
سیستم با کیفیت عالی	۱۰	۱۰
تلفن همراه	۰/۱	۲
بازی های الکترونیکی	۳	۵
دستگاه فتوکپی	۶۰	۸
رادیو	۲	۱۰
تلویزیون	۳۰	۵
ضبط ویدیو / دستگاه پخش DVD	۵	۵
تهویه	۵۵	۱۲
ماشین ظرف شویی	۵۰	۱۰
اجاق برقی	۶۰	۱۰
مخلوط کن غذا	۱	۵
فریزر	۳۵	۱۰
سشوار	۱	۱۰
اتو	۱	۱۰
کتری	۱	۳
مایکروویو	۱۵	۷
یخچال	۳۵	۱۰
تلفن	۱	۵
توستر	۱	۵
خشک کن چرخشی	۳۵	۱۰
جارو برقی	۱۰	۱۰
ماشین شستشو	۶۵	۸

۲,۲ روند های آینده

تخمین زده شده است که تولید جهانی زباله های الکترونیکی به علت رشد اقتصادی و فن آوری های موجود افزایش می یابد چرا که تولید ناخالص داخلی افزایش یافته منجر به افزایش خرید کالاهای الکترونیکی و در نهایت افزایش تولید زباله می گردد. به عنوان مثال، تعداد رایانه های شخصی برای هر کشور مربوط به تولید ناخالص داخلی این کشور است (نگاه کنید به شکل ۱).



شکل ۱.تعداد رایانه های شخصی در هر کشور مرتبط با تولید ناخالص داخلی این کشور برای ۱۶۱ کشور.

پیش بینی شده است که افزایش رشد اقتصادی بر تولید زباله الکترونیکی بیشتر تاثیر می گذارد، همان گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است. در مقابل، پیش بینی می شود که تغییرات خاص در فن آوری و عادات مصرف انتظار می رود تا تولید جهانی زباله های الکترونیکی را کاهش دهد، چرا که مصرف کنندگان ممکن است راه حل هایی هم چون PC قابل حمل با وزن متوسط ۱-۳ کیلوگرم نسبت به کامپیوتر ثابت با وزن ۲۵ کیلوگرم را ترجیح دهند، یا کامپیوتر های ثابت، انتظار می رود مجهز به صفحه نمایش LCD (صفحه نمایش کریستال مایع) به جای نمایشگرهای CRT قدیمی تر (اشعه کاتدی) گردند.

۳. تاثیرات محیطی

۳,۱. مشکلات بالقوه زیست محیطی مربوط به زباله های الکترونیکی

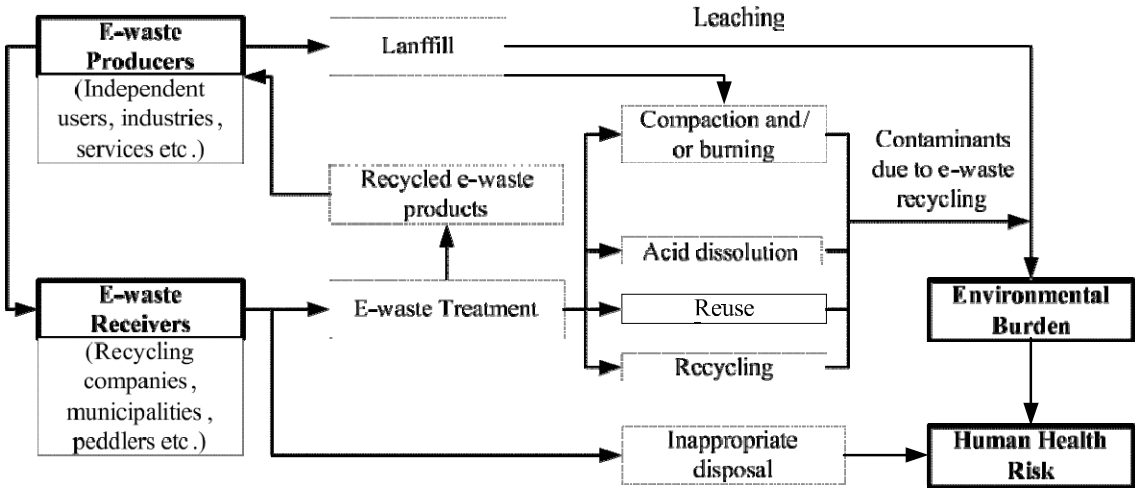
در شکل ۲، همه راه ها و جریان های زباله های الکترونیکی و اثرات زیست محیطی بالقوه آنها به طور خلاصه بیان شده است. ترکیب شیمیاییِ زباله الکترونیکی به نوع و سن جسم دور انداخته الکترونیکی بستگی دارد. این ترکیب معمولا از آلیاژهای فلزی مختلف، به ویژه مس، آلمینیوم و آهن متصل، پوشیده و یا مخلوط با چند پلاستیک و یا سرامیک غالب شده است. مواد عناصری آلاینده ی مختلف مربوط به زباله های الکترونیکی در جدول ۴ ارائه شده است. بعضی از آنها، مانند فلزات سنگین، در تولید اقلام الکترونیکی مورد استفاده قرار می گیرد، در حالی که دیگر مواد، مانند هیدروکربن ها آروماتیک چند حلقه ای (PAHs موجود) توسط سوزاندن زباله های الکترونیکی در دمای پایین تولید می گردند. سوزاندن پوشش پلاستیکی جدا کننده یِ کابل در بشکه های باز ۱۰۰ بار بیشتر از سوراند زباله خانگی دیوکسین تولید می کند.

با توجه به اینکه تولید زباله الکترونیکی سالانه تقریبا ۲۰ مگا تن می باشد، مقدار کلِ آلاینده های متعدد موجود در نتیجه جریان زباله های الکترونیکی، تا حد زیادی، در محل های دفن زباله و یا مراکز بازیافت بر محیط زیست و / یا بهداشت عمومی تاثیر می گذارد. بنابراین، با وجود بازیافت قابل توجه، زباله های الکترونیکی مسئول ۵۰۰۰ تن مسی هستند که در سال به محیط زیست منتشر می گردد.) PBDEs (پلی بومینیتد دی فنیل اترها) باز دارنده یِ احتراق است که در نهایت در محیط زیست منجر شود، و با توجه به این که آنها ترکیبات لیپوفیل هستند، در موجودات زنده تجمع می یابند، حال آن که یخچال ها و دستگاه های تهویه دور انداخته شده شامل CFC ها (کلروفلوئوروکربن ها) می باشند که در نهایت لایه ازن را نابود خواهد کرد، در آینده، CFC ها از محل آزادسازی زباله های الکترونیکی فرار خواهند کرد.

جدول ۴.آلاینده های بالقوه زیست محیطی تولید شده از روش های مدیریت زباله های الکترونیک

تولید گازهای گلخانه ای جهانی (تن)	غلظت معمول در زباله های الکترونیکی (میلی گرم / کیلوگرم)	وقوع در زباله های الکترونیکی	ماده
ترکیبات هالوژنه			
۲۸۰	۱۴	خازن، ترانسفورماتورها	PBC
		ماده اطفای حریق برای پلاستیک (قطعات ترموپلاستیک، عایق کابل)	TBBA, PBB, PBDE
		دستگاه خنک کننده، کف عایق بندی	CFV
		عایق کابل	PVC
فلزات سنگین و دیگر فلزات			
۳۴۰۰۰	۱۷۰۰	ضد حریق، پلاستیک	آنتیمون
		مقادیر کوچک در شکل آرسنید گالیم در دیودهای ساطع نور	آرسنیک
		دریافت کننده در CRT	باریم
		جعبه مولد برق که حاوی سیلیکون کنترل شده یکسو کننده می باشد و لنزهای اشعه X	بریلیم
۳۶۰۰	۱۸۰	باتری NiCd قابل شارژ، لایه فلورسنت (صفحه نمایشCRT)، جوهر پرینتر و جوهر، ماشین آلات فتوکپی (غلطک چاپگر)	کادمیم
۳۶۰۰	۹۹۰۰	نوار های داده، دیسک های فلاپی	کرومیم
۸۲۰۰۰۰	۴۱۰۰۰	سیم کشی	مس

۵۸۰۰۰	۲۹۰۰	صفحات CRT، باتری ها، صفحات سیم کشی چاپ شده	سرب
		باتری های لیتیم	لیتیم
۱۳/۶	۰/۶۸	لامپ های فلورسنت که نور پس زمینه در LCD ها را ایجاد می کنند، در برخی از باتری های قلیایی و سوئیچ های مرطوب شده با جیوه	جیوه
۲۰۶۰۰۰	۱۰۳۰۰	باتری های قابل شارژ NiCd یا باتری های NiMH، دستگاه های تزریق الکترونی در CRT	نیکل
		صفحات فلئوروسنتی (صفحات CRT)	عناصر خاکی کمیاب
		دستگاه های فوتوکپی قدیمی (غلطک های عکس)	سلنیم
	۲۴۰۰	چسب فلزی لحیم، LCD	تیتانیم
	۵۱۰۰	داخل نمایشگرهای CRT، مخلوط با فلزات خاکی کمیاب	سولفید روی
انواع دیگر			
		تونر کارتریج برای پرینتر های لیزری / دستگاه های کپی	تونر گرد و غبار
		تجهیزات پزشکی، آشکارسازهای آتش، عنصر فعال سنجش در آشکارسازهای دود	مواد رادیو اکتیو



شکل ۲: مسیر های زباله های الکترونیکی

مشکلات ذکر شده توجه بیشتری را به این واقعیت جلب می کند که اکثریت زباله های الکترونیکی بازیافت نمی شوند، چرا که اقلام الکترونیکی و برقی همراه با زباله های خانگی دور انداخته می شوند و در معرض هیچ تیمار بیشتری قرار نمی گیرند. تقریبا ۸۰ درصد از مقدار جمع آوری شده برای بازیافت به کشورهایی مانند چین، هند، پاکستان، ویتنام، فیلیپین، مالزی، نیجریه، غنا و غیره صادر می شوند. این امر منجر به تیمار آنها در چارچوب های زیست محیطی بسیار بی قاعده ایی می گردد که تاثیر بیشتری بر محیط زیست و کارکنان در عملیات های خاص دارد. سازمان های غیردولتی مانند صلح سبز، این «جریان مخفی» زباله های الکترونیکی را گزارش می دهد.

۳,۲ آلودگی زیست محیطی ناشی از دفع و بازیافت زباله های الکترونیکی

اکثریت زباله های الکترونیکی به مکان های دفن زباله (بهداشتی) هدایت شده اند. در این مورد اجرای مناسب آزمون TCLP (روش نشت مشخصه سمیت) نشان داده است که زباله های التروئیکی که در محل انباشتن زباله های شهری دور انداخته می شوند شیرابه ایی با غلظت فلزات سنگین بیش از محدودیت های زیست محیطی تولید نمی کنند. با این وجود، این ترکیب شیمیایی تولید شده به عنوان شیرابه، به شرح آزمون TCLP از اقلام الکترونیکی مختلف، برای موجودات آبزی سمی می باشد. علاوه بر این، روش مدیریتی معمول فشرده سازی زباله های الکترونیکی، قبل یا در حین دور ریختن در محل های دفن زباله، ممکن است حجم شیرابه را به دلیل اختلال در چندین بخش مدار الکترونیکی افزایش دهد، به همین دلیل، پیشنهاد شده است تا انجماد سیمان در زباله های الکترونیکی صورت گیرد که PH را افزایش می دهد و

باعث کاهش جریان انحلال آبی در زباله دور ریخته شده می گردد. سوزاندن قبل از دورریزی در مکان های دفن زباله، تحرک فلزات سنگین موجود در مدارهای پوشش داده شده با یک شبکه پلاستیکی را افزایش می دهد، و به همین دلیل، در صورتی که پس از شستشو دادن در دسترس محیط زیست نباشند، در حین سوختن به جو منتشر می گردند.

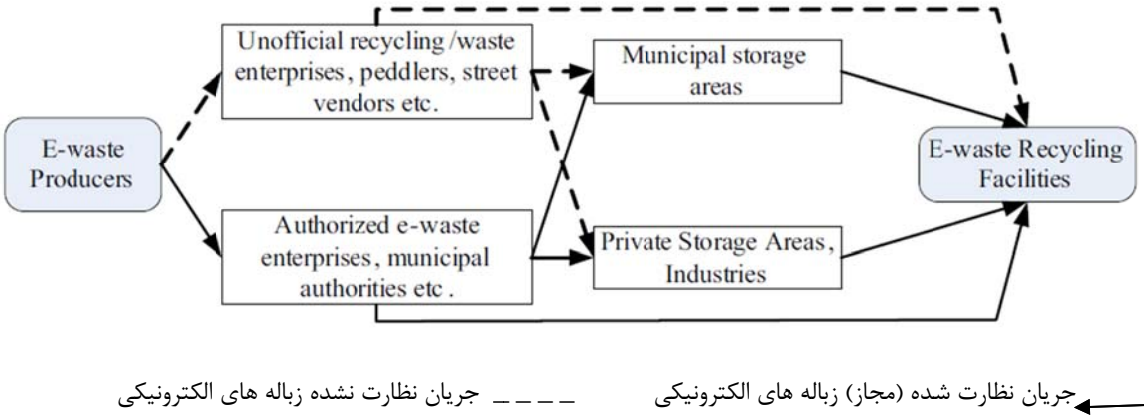
از سوی دیگر، بازیافت زباله های الکترونیکی شامل جداسازی قطعات و نابود کردن تک تک قطعات به منظور بازیابی مواد مختلف می باشد. از طریق بازیافت، ۹۵ درصد از مواد مفید یک کامپیوتر و ۴۵ درصد از مواد لامپ اشعه کاتدی را می توان بازیابی نمود. روش های بازیافت زمانی که با فن آوری های مناسب ترکیب می گردند حداقل تاثیر زیست محیطی را دارند، مانند ژاپن، در حالی که، در مقابل، هنگامی که از شیوه های موجود در کشورهای در حال توسعه (به عنوان مثال کار کودکان، سوزاندن زباله های الکترونیکی و انتشار آلاینده های مختلف به هوا، نشت شیرابه در سفره های آب زیرزمینی و سطحی و غیره) استفاده می گردد تعادل تاثیر زیست محیطیِ نهایی همیشه مثبت نخواهد بود. این را نیز باید تاکید کرد که هنگامی که زباله برای بازیافت به فاصله دور منتقل می گردد هر گونه مزیت زیست محیطی از بازیافت به دلیلِ اثرات زیست محیطی نامطلوبِ انرژی مصرف شده برای حمل و نقل ناپدید می گردد، در حالی که در هر موردی، بازیافت ردپایِ زیست محیطیِ کوچک تری نسبت به انباشتن و سوزاندن زباله های الکترونیکی دارد.

۴. مدیریت زباله های الکترونیکی - وضعیت کنونی

۴,۱ یونان

متوسط تولید سالانه زباله های الکترونیکی در یونان برای دوره ۲۰۰۳ - ۲۰۰۶ به حدود ۱۷۰ کیلو تن رسید، که ۳/۸ درصد از مقدار کل زباله های جامد خانگی را نشان می دهند. ۹۰ درصد از زباله های الکترونیکی برای همان دوره یا با دیگر زباله های جامد شهری مخلوط شده است و یا با مواد دیگر (به عنوان

مثال زباله های فلزی)، بدون هیچ پیش فرایندی (عمل مدیریت که به عنوان " بازیافت خاکستری " اشاره شده است) بازیافت گردیده است. به منظور مقابله با این مشکلِ در حال توسعه یِ "بازیافت خاکستری" و مقدار فزاینده یِ زباله های الکترونیکی، عمل مجاز جایگزینِ سیستم مدیریت زباله های الکترونیکی در سال ۲۰۰۴ آغاز گردید، که به عنوان مسئولیت های اصلی شامل جمع آوری، جابجایی و پردازش در تسهیلات خاصی می باشد. این سیستم در حدود ۰/۱ کیلو تن را در سال ۲۰۰۵، سال اولِ عملیات، ۳۱/۵ هزار تن در سال ۲۰۰۷، ۴۷ هزار تن در سال ۲۰۰۸ و ۲۵ هزار تن در پنج ماه اول سال ۲۰۰۹ جمع آوری نمود، که همان گونه که قانون اروپایی و یونانی تعریف نموده است فراتر از هدف ملی بود. این اهداف شامل جمع آوریِ جداگانه یِ حداقل ۴ کیلوگرم / ساکن / در سال از زباله های الکترونیکی با منشاء خانگی می باشد که در مجموع ۴۴ کیلو تن در سال برای یونان می باشد. با این وجود، حتی امروزه مدیریت لوازم الکترونیکی دور انداخته شده به شکل کنترل شده صورت نمی گیرد، که جمع آوریِ کنترل نشده را توسط فروشندگان خیابانی و ارتقاء آنها را به دستگاه های بازیابیِ فلز و آلیاژ نتیجه می دهد (به شکل ۳ نگاه کنید).



شکل ۳ . نمودار روش های جریانِ سیستم مدیریت زباله های الکترونیک در یونان

4.2. اتحادیه اروپا

در اتحادیه اروپا، زباله های الکترونیکی در خصوص پیشگیری از آلودگی محیط زیست، برای بهره برداری از منابع و کاهش استفاده از محل های دفن زباله هدفدهی شده اند. این قانون توسط پارلمان اروپا بر اساس سه محورِ پیشگیری، بازیافت و استفاده مجدد از زباله های الکترونیکی ایجاد شده است، به طوری که مقدار زباله یِ تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی در دسترس کاهش یافته است. موارد فوق در دو بخشنامه نسبی به تفصیل شرح داده شده است:

۲. دستورالعمل 2002/96/EC در مورد زباله یِ تجهیزاتِ الکتریکی و الکترونیکی به ویژه برای کمک به کاهش زباله یِ تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی موجود در محل های دفن زباله و تشویق به استفاده از

منابع کارآمد تر از طریق بازیافت و استفاده مجدد ایجاد شده است. بخشنامه خاص برای جمع آوری، مدیریت، بازیابی و بازیافت تمام محصولات الکتریکی و الکترونیکی عمل می کند و بر مسئولیت گسترش یافته یِ تولید کننده (EPR) متمرکز می باشد. نکات اصلی آن عبارتند از:

- مطالعه و تولید تجهیزات الکترونیکی باید جداسازی قطعات و بازیابی را برای استفاده بعدی و بازیافت زباله های الکترونیکی تسهیل کند.
- زباله الکترونیکی باید به طور جداگانه از انواع دیگر زباله جمع آوری گردد و جمع آوری آنها نباید بر دوش خانواده ها باشد.
- قیمت مورد نظر برای ادغام در سیستم مدیریت 4 کیلوگرم /سال / ساکن می باشد.
- تا پایان سال ۲۰۰۶، تولید کنندگان باید قادر باشند تا درصد مشخص خاصی را برای هر یک از ۱۰ دسته یِ دستورالعمل در محدوده بین 80 - 50 درصد بازیابی نمایند.
- تولید کنندگان مسئول تامین مالی جمع آوری و مدیریت زباله های الکترونیکی می باشد.

4.3. سویس

سوئیس اولین کشوری در جهان است که در آن سیستم مدیریت زباله الکترونیکی رسمی تاسیس و راه اندازی شد. این قانون در مورد مدیریت باله های الکترونیکی برای اولین بار در سال ۱۹۹۸ از طریق قانون ORDEA (فرمان در خصوصِ بازگشت، برگشت به مصرف و دفع لوازم برق و الکترونیکی) معرفی گردید. دو سیستم بازیافت زباله الکترونیکی در کشور فعال هستند. یکی با گارانتی بازیافت SWICO (انجمن سوئیس برای فناوری اطلاعات، ارتباطات و سازمانی) راه اندازی می گردد که تجهیزات الکترونیکی "قهوه ایی" را مدیریت می کند (به عنوان مثال کامپیوتر، تلویزیون، رادیو، و غیره)، در حالی که دیگری توسط S.EN.S اجرا می گردد و تجهیزات الکتریکی "سفید" را مدیریت می کند (مانند ماشین لباسشویی، یخچال و فریزر، اجاق، و غیره).

به طور خاص تر، مصرف کنندگان زباله های الکترونیکی را به طریق راحت تری باز می گرداند، یا از طریق نقاط جمع آوریِ مشخص شده، یا از طریق شرکت های خرده فروشی و یا انتقال زباله مستقیما به نقاط بازیافت. این مواد از نقاط جمع آوری به تاسیسات جداسازی قطعات، به منظور جداسازی نمودن و ضد عفونی نمودن زباله های الکترونیکی، با از بین بردن عوامل سمی تر منتقل می شوند. در تاسیسات بازیافت، زباله های الکترونیکی دقیق تر جداسازی، خرد و مرتب سازی می گردند، که اغلب به جمع آوریِ پلاستیک، شیشه، استیل، آلومینیوم و مس منجر می گردد. سپس بسیاری از مواد بازیافت شده به پالایشگاه و یا ریخته گری برای بازیابیِ مواد نهایی ارسال می شوند. مواد باقی مانده که نمی توانند بازیافت شوند برای بازیابی انرژی به کوره ها منتقل شده و مقدار کمی، معمولا کمتر از ۲ درصد، به محل های دفن زباله برده می شوند.

در سیستم سوئیس، تولید کنندگان به طور کامل مسئول استفاده و بهره برداری از سیستم های مدیریت می باشند و کل سیستم از طریق شارژ بازیافت ویژه ای در قیمت محصول تامین مالی می شوند. خرده فروشان، وارد کنندگان و تولید کنندگان موظف هستند محصولات خود را به رایگان پس بگیرند و مدیریت آنها را در راهی سازگار با محیط زیست مدیریت کنند. به عنوان یک نتیجه از تلاش این سیستم ها، در سوئیس در سال ۲۰۰۴ حدود 75 هزار تن از تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی جمع آوری، طبقه بندی، جدا و سپس پردازش شدند، در حالی که تقریبا 68 هزار تن در سال 2003 جمع آوری **گردید**.

۴,۴ ژاپن

در سیستم مدیریت زباله های الکترونیکی ژاپنی دفع رایگان نیست، اما مصرف کنندگان یک مقدار پول در هنگام بازگشت محصولات الکترونیکی استفاده شده به معامله گران پرداخت می کنند. ژاپن یک سیستم برگشت برای چهار نوع از زباله های الکترونیکی (سیستم های تهویه مطبوع، تلویزیون، یخچال و ماشین

لباسشویی) از سال ۱۹۹۸ تاسیس کرده است. این قانون نرخ های مشخصی را تعیین کرده و مجازات های سختی را برای عدم رعایت تحمیل می نماید. تا سال ۲۰۰۴، ۴۱ ساختمان بازیافت زباله های الکترونیکی در ژاپن وجود داشت، که تا حدی توسط وزارتخانه ها، شهرداری ها و شرکت های ژاپنی تولید کننده محصولات الکترونیکی تامین مالی می شدند. تولید کنندگان در استراتژی کسب و کار خود مدیریت زباله های الکترونیکی را پیاده سازی می کنند و امکانات خود را دارند و یا با دیگر تولید کنندگان برای ایجاد و راه اندازیِ چنین تسهیلاتی همکاری می کنند. زمانی که این محصولات به هیچ وجه استفاده نمی شوند و یا وقتی که مصرف کنندگان یک محصول جدید خریداری می کنند، زباله های الکترونیکی از مکان های اقامت جمع آوری می شوند.

زباله های جمع آوری شده به ۳۸۰ نقطه یِ جمع آوری زباله های الکترونیکی انتقال داده شده و در نهایت از طریق سیستم توزیع به تسهیلات منتقل می شوند. ویژگی اساسیِ سیستم ژاپنی استفاده از روش جداسازی قطعات اولیه در ابتدا از قطعات بزرگ با یک فرایند دقیق تر و کوتاه تر است به طوری که آنها باقی مانده ها را از راه مناسب تری اداره می کنند. بنابراین، شرکت های ژاپنیِ تجهیزات الکترونیکی، اولین شرکت هایی بوده اند که جوشکاری را بدون عایق و اتصالات صفحات پانل الکتریکی را بدون ترکیبات برماید در رابطه با رهنمود اروپاییِ دستورالعمل RoHS انجام دادند، در حالی که هدف آنها به طور مداوم طراحی محصولات سبک تر، ارزان تر و راحت تر برای بازیافت بوده است. آنها جداسازی قطعات را با کاهش تعدادی از رزین های پلاستیکی در محصولات ان و استفاده مجدد از قطعات شان طراحی نمودند.

از سال ۲۰۰۳ قانونی معادل نیز برای جمع آوری و بازیافت کامپیوترهای الکترونیکی استفاده شده اجبار گردید. چارچوب قانونی برای دو دسته مختلفِ کامپیوتر های الکترونیکی استفاده شده ایجاد شده است. برای آنهایی که قبل از اکتبر سال 2001 خریداری شده اند، که بازیافت ۲۰ – ۳۰ یورو تامین مالی شده

است، در حالی که برای آنهایی که بعد از اکتبر سال 2001 خریداری شده اند، هزینه های بازیافت در قیمت محصول به عنوان یک مالیات اضافی بازیافت قرار داده شده است. این قانون همچنین دستورالعملی برای تولید کنندگان برای بازیافت محصولات مربوط به خود بعد از آنکه توسط آخرین صاحب خود مورد استفاده قرار گرفتند شامل می شود. این سیستم مثالی برای مسئولیت های فردیِ تولید کننده است، از لحظه ای که آنها مسئولیت طبیعی و مالی برای بازیافت محصولات خود دارند. با این حال، باید توجه داشت که موفقیت سیستم بازیافت زباله های الکترونیکی در ژاپن مبتنی بر مسئولیت اجتماعی، حساسیت محیط زیست و نظم و انضباط عمومیِ مردم ژاپن در برابر مقررات می باشد.

۵. نتیجه گیری

تجهیزات الکترونیکی و بنابراین زباله های الکترونیکی در همه جای جامعه ما هستند. آنها با یک ترکیب شیمیایی پیچیده و مشکل در تعیین جریان شان در سطح محلی و بین المللی شناخته شده اند. آلودگی های ناشی از مدیریت نامنظم انها عمدتا در کشورهای فقیرتر اساسا محیط زیست را تخریب می کند، آنها برای بازیافت و بازیابی فلزات ارزشمند شان بازیافت می شوند. مطالعات علمی مستند کافی در مورد عواقب موجود در اکوسیستم، سلامت انسان و ترمیم محیط زیستِ مناطق بارگیری شده توسط آلاینده های خاص تولید شده توسط زباله های الکترونیکی (مانند لیتیم و سرب) وجود ندارد. انگیزه یِ به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی ناشی از تولید زباله های الکترونیکی، موجب تغییرات تکنولوژیک بسیاری شده است. زیر اشاره شده است:

- جایگزینی نمایشگرهای CRT با صفحه نمایش ال سی دی (حذف سرب اما معرفیِ جیوه)
- معرفیِ فیبرهای نوری (حذف مس از سیم کشی، اما معرفیِ فلئور، سرب، Y و سرب
- معرفیِ باتری های قابل شارژ (کاهش نیکل، کادمیم، اما افزایش لیتیم) و غیره

فشار سازمان های غیر دولتی و جنبش های شهروندی برای حذف مواد خطرناک در لوازم الکترونیکی منجر رقابت تولید کنندگان برای پروفایل "سبزتری " گردید. بعضی نتایج شاخص فشار فوق عبارتند از:

• تولید لوازم خانگی "بدون هالوژن "، که در تولید PCB ها و دیوکسین ها شرکت ندارند (اما تولید آنها از نظر سازگاری با محیط زیست گران تر است).

• جایگزینیِ ضد حریق های برومایدی با سازگاریِ بیشتر محیط زیست بر اساس فسفر، و

• معرفیِ محدودیت های قانونی (سرب، جیوه، کروم، PBBs و PBDE تا 1000 میلی گرم بر کیلوگرم، رهنمود RoHS -محدودیت در مواد خطرناک)

به طور خلاصه، تفکیک زباله های الکترونیکی از بقیه زباله های جامد و بازیافت آنها برای بازیابی مواد ارزشمند خام و فلزات اساسی ضروری است. سیستم مدیریت باید به صورت عقلانی طراحی گردد برای اینکه مزایای زیست محیطی حاصل از جمع آوری، حمل و نقل، مدیریت و منافع مالی حاصل از بازیابی توسط منابع مورد نیاز و مصارف انرژی برای عملکرد سیستم ایجاد نمی گردد.