



دوره آموزشی مدیریت پسماند های الکترونیک

سازمان جهاد دانشگاهی استان یزد
معاونت آموزش و کارآفرینی



مقدمه:

از مهمترین پیشرفتهای تکنولوژیکی دهه های اخیر میتوان به پیشرفت صنعت تراشه های الکترونیک و ریزپردازشگرها اشاره کرد و شاید مهمترین دستاوردهای فناوری و پیشرفتهای بشر در قرن اخیر در زمینه این صنعت و موارد جانبی مربوط به آن بوده است. رشد سریع تولید و مصرف رایانه در جهان منجر به ظهور پسماندهای ویژه ای گردیده است. این پسماندها به دلیل مخاطراتی که برای انسان و محیط زیست میتوانند ایجاد کنند به عنوان مواد زاید خطرناک شناخته شده اند. سرب موجود در لامپهای اشعه کاتدی و لحیم کاری مدارهای رایانه ای - کادمیوم موجود در تراشه های رایانه - جیوه موجود حسگرها، سوئیچها، لامپهای تخلیه و باتریها - "پی وی سی" موجود در تجهیزات ضد اشتعال برمدار، فقط تعداد اندکی از ترکیبات موجود در رایانه ها هستند که از پتانسیل خطرزایی بالایی برخوردارند. پسماندهای الکترونیکی، به پسماندهای ویژه ای گفته می شود که غالب قطعات اصلی آنها شامل؛ خازن، ترانزیستور، آی سی، مدارات الکترونیکی، قطعات کاتدی و آندی و از این قبیل می باشد. برای مقابله با آلودگیهای الکترونیکی روشهای مختلفی از قبیل سوزاندن، بازیافت و دفن بهداشتی وجود دارد که البته هر کدام از روشها دارای مخاطرات زیست محیطی خاص خود میباشند.

زباله های الکترونیکی مشکلی است که به تازگی در حال پدیدار شدن میباشد و همچنین به عنوان یک فرصت شغلی که دارای اهمیت روزافزون است تلقی میشود. حجم زیادی از این زباله های الکترونیکی تولید شده در جهان هم میتواند حاوی مواد مضر و هم حاوی مواد با ارزشی باشد. از تجزیه این مواد، آهن، مس، آلومینیوم، طلا و دیگر مواد بدست میآید که این مواد متشکل متجاوز از ۶۰٪ میباشد. در حالیکه مواد آلوده کننده آن ۷۰ و ۲٪ است. در واقع گر چه در سالهای اخیر فناوریهای نوین در عرصه الکترونیک سبب بهبود وضعیت زندگی ما انسانها شده است، اما به موازات آن با مشکلات جدیدی ناشی از تولید زباله های الکترونیکی مواجه شده ایم که در مقایسه با زباله های خانگی با سرعت بیشتری رو به افزایش و حاوی مواد خطرناکتر و سمی تری بوده اند. وجود برخی از آنها در محیط میتواند شیوع بیماریهای مختلف مانند کمبود آهن، آسیبهای مغزی، بیماریهای کبدی و ... در سطح جوامع را توجیه کند. این مواد آلوده کننده زمانی که سوزانده میشوند و یا به طور غیرقابل کنترل در محیط بازیافت میشوند، درصد سمیت آنها به بیشترین حد میرسد. «کنوانسیون بازل» زباله های الکترونیکی را به عنوان زباله های خطرناک می شناسند .

امروزه به موازات شناخت اثرات سوء مخرب ناشی از مواد شیمیایی خطرناک، راهبردهایی در جهت کنترل صحیح آنها در نظر گرفته شده است و تنها با تحقق بخشیدن به این راهبردهای پیشگیری کننده است که میتوان کشورها را از تکرار اشتباهات مکرر بر حذر داشت. در صنعت جهانی، صنایع الکترونیکی دارای سریعترین رشد تولید هستند و در میان صنایع الکترونیکی، صنعت رایانه طی دو دهه اخیر، بیشترین رشد را داشته است. دقیقاً به دلیل همین رشد و پیشرفت سریع است که تجهیزات رایانه ای سریعتر از سایر محصولات الکترونیکی، کهنه و از رده خارج میشوند. امروزه سریعترین رشد

در جریان تولید مواد زائد جامد، در کشورهای صنعتی مربوط به زباله های رایانه ای است. رشد زباله های مذکور به قدری سریع بوده است که کشورهای پیشرفته اعلام کرده اند اگر عکس العملها و راهکارهای جدی و بنیادی در قبال تولید بیرویه این زباله ها صورت نگیرد تا چند سال دیگر این کشورها روی کوهی از زباله های کامپیوتری قرار خواهند گرفت. یک گزارش منتشر شده دیگر از سوی سازمان ملل با عنوان کامپیوتر و محیط زیست نشان میدهد هر چه عمر استفاده از وسایل الکترونیکی طولانیتر باشد، به حفظ محیط زیست بیشتر کمک میشود. در این گزارش آمده

که برای تولید یک کامپیوتر معمولی با اکران، به اندازه ده برابر وزن آن، انرژی فسیلی مثل نفت و گاز مصرف شده است. در مقایسه، باید توجه داشت که مثلاً برای تولید یک اتومبیل یا یک یخچال معادل یک یا دو برابر وزن آنها انرژی فسیلی مصرف شده است. به معنی دقیقتر، تولید یک کامپیوتر با نمایشگر ۱۷ اینچ معادل ۲۴۰ کیلوگرم نفت، ۲۲ کیلوگرم مواد شیمیایی و ۱۵۰۰ لیتر آب، یعنی در مجموع حدود ۱۸۰۰ کیلوگرم مواد اولیه مصرف شده است.

در حال حاضر در بسیاری از کشورها به زباله ها یا پسماندهای الکترونیکی، به عنوان زباله های ارزشمند نگاه میشود و حتی پسماندهای الکترونیکی به معادن طلا معروف هستند و چنانچه این پسماندها با روش اصولی بازیافت شود، میتوان فلزات متعددی را از آنها استخراج کرد، به نحوی که از یک تن زباله تلفن همراه میتوان ۱۵۰ تا ۳۰۰ گرم طلا به دست آورد و این در حالی است که در معادن طلا در هر تن سنگ معدن بین ۲۰ تا ۳۰ گرم طلا یافت میشود، ضمن آن که در این زباله ها پلاتین و نقره نیز وجود دارد که عناصر ارزشمندی هستند.

رشد سریع آلودگیهای الکترونیکی و ورود سریع آنها به محیط زیست، امروزه به صورت یک بحران درآمده است. این بحران اگر چه تا کنون بیشتر متوجه کشورهای صنعتی و پیشرفته دنیا بوده است اما باید به این نکته هم توجه کرد که موج بحران در کشورهای صنعتی، قاعدتاً با چند سال تأخیر به کشورهای در حال توسعه هم خواهد رسید. آنچنان که مشاهده میشود، موج این بحران به ایران هم رسیده است و اگر به آن توجه نشود اقدامات لازم صورت نگیرد، تا چندسال دیگر این بحران برای جامعه و محیط زیست ایران نیز مشکلات غیرقابل بازگشتی را در پی خواهد داشت.

هر رایانه رومیزی دارای ۳۲ درصد پلاستیک، نزدیک به ۷ درصد سرب، ۴۱ درصد آلومینیوم، مقادیری طلا، نقره و آهن و نیز مقادیری فلزات سنگین و خطرناک مانند کادمیوم، جیوه و آرسنیک است. بنابراین، میتوان به طور دقیق محاسبه کرد که ۴ میلیون رایانه از دور خارج شده، حاوی چه حجم عظیمی از عناصر خطرناک و در کنار آن دارای چه عناصری ارزشمند مانند طلا و نقره است که بازیافت اصولی این سیستمها می تواند علاوه بر صرفه اقتصادی، جلوی خطرات زیست محیطی را نیز بگیرد. بنابراین، دفن یا سوزاندن این زباله ها سبب ورود عناصر سنگین و گازهای سمی به محیط زیست و آبهای زیرزمینی میشود. با توجه به این که همه اجزای تشکیل

دهنده ابزارها و تجهیزات الکترونیکی از قابلیت بازیافت و استفاده مجدد در زمینه های مختلف برخوردار هستند، اگر شرکتهای تولید کننده این قطعات در سراسر دنیا مسؤولیت بازیافت تولیدات خود را عهده گیرند، پیامدها زیست محیطی حاصل از کاربرد شیوه های نامناسب در بازیافت زباله های الکترونیکی یا استفاده از روشهای دیگر مانند دفع و سوزاندن مواد حاصل از تجمع قطعات و ابزارهای مستعمل و از رده خارج نیز به مراتب کاهش خواهد یافت، به این ترتیب، این کشورها نیز در تلاش خواهند بود تا تولیدات خود را به گونه ای تولید کنند که اولاً برای مدت زمان بیشتری برای فرد کاربر قابل استفاده باشند و ثانیاً این که با استفاده از روش ساده تر بتوان آنها را بازیافت کرد.

توسعه پایدار:

دستیابی و نیل به توسعه پایدار یک هدف ارزشمند برای جامعه جهانی است که در اجلاس ریودوژانیرو نمایندگان دولتهای جهان به آن متعهد شدند. در میان تمامی تعاریف توسعه پایدار ساده ترین و ابتدایی ترین تعریف می گوید: توسعه پایدار یعنی "فردا را امروز دیدن" تعبیر و تفسیر این جمله کوتاه معانی بسیاری را در بر می گیرد، از جمله آنکه نباید اقداماتی کرد که در آینده قابل جبران نباشد. از میان سه رکن اصلی توسعه پایدار که رکن های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی می باشد، تنها رکن زیست محیطی است که شاید بتوان گفت برخی اثرات مخرب بر روی آن غیر قابل جبران است. برای مثال انقراض گونه های جانوری و گیاهی را می توان برشمرد یا آب شدن کوههای یخ و یا سوراخ شدن لایه ازن و یا گرم شدن زمین که این آثار مخرب یا غیر قابل جبران است و یا در طول عمر کوتاه ما جبران ناپذیر است و یا جبران آن با زمان بسیار زیاد و صرف هزینه های گزاف امکان پذیر می باشد. فعالیتهای انسانی در بسیاری از موارد اثرات مختلفی را بر محیط زیست می گذارد و در میان این فعالیتهای تولیدی دو اثر مشخص را بر محیط زیست وارد می کند. اولین مورد تخریب منابع به لحاظ برداشت منابع برای مواد اولیه تولید است و اثر دوم به آلودگی های ناشی از فرآیند تولید که به محیط زیست وارد می شود، مربوط می باشد. لذا برای دستیابی به توسعه پایدار ضرورت دارد در طراحی مسیر

تولید به گونه ای عمل نمائیم تا ضمن مصرف مواد اولیه کمتر در ابتدای مسیر تولید میزان آلودگی ها را در جریان تولید کاهش داده و مدیریت نمائیم. این آلودگی ها شامل آلودگی های هوا و نیز آلودگی خاک ناشی از دفع پسماندها می باشد.

بی تردید حفاظت محیط زیست یکی از مهم ترین نگرانی های کنونی جامعه بشری به شمار می رود. قرن بیستم به لحاظ دستیابی بشر به مدرنیسم از اهمیت بالایی برخوردار بود که منجر به توانایی برداشت بیشتر از منابع گردید و از آنجائیکه هر فعالیت تولیدی مستلزم برداشت از منابع و نیز دفع آلودگی می باشد، میزان برداشت از منابع و برون داد آلودگی های ناشی از تولید به شدت افزایش یافت. از سوی دیگر افزایش انفجار آمیز جمعیت، بهره برداری غیر معقول از منابع طبیعی، تخریب و دگرگونی کاهش یابنده تنوع زیستی، گسترش روز افزون آلودگیها اعم از هوا، خاک و آب به میزان زیادی جامعه جهانی را تحت فشار قرارداد و بالاخره باعث برهم خوردن تعادل و تناسب محیط زیست گردید. در برخی از موارد دامنه اثر این مشکلات از کشور و منطقه فراتر رفت و جنبه بین المللی پیدا نمود. این مشکلات باعث شد تا دولتها، سازمانها و مجامع بین المللی به تدوین و اجرای قوانینی برای جلوگیری از آلودگی و تخریب محیط زیست مبادرت ورزند. بسیاری از این قوانین و آئین نامه ها جنبه ملی دارد و در گستره هر کشوری لازم الاجرا است و برخی نیز جنبه جهانی داشته و بسته به عضویت هر کشور در کنوانسیونها و پروتکل ها و میثاق نامه ها و تفاهم نامه ها و ... لازم الاجراست.

اصل پنجاهم (۵۰) قانون اساسی:

کشور جمهوری اسلامی ایران از معدود کشورهای جهان است که در قانون اساسی خود، اصلی را برای حفاظت از محیط زیست دارد. به نام اصل پنجاهم (۵۰ قانون اساسی) که گفته شده در جمهوری اسلامی حفاظت محیط زیست که نسل امروز و نسلهای بعد باید در آن حیات اجتماعی روبه رشدی داشته باشند وظیفه عمومی تلقی می گردد. از این رو فعالیت های اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیط زیست یا تخریب غیر قابل جبران آن ملازمه پیدا کند ممنوع است.

پسماند:

به مواد جامد، مایع و گاز (غیر از فاضلاب) گفته میشود که به طور مستقیم یا غیرمستقیم حاصل از فعالیت انسان بوده و از نظر تولید کننده زائد تلقی میشود.

طبق قانون مدیریت پسماند، پسماندها به ۵ گروه تقسیم میشوند:

۱- پسماندهای عادی

۲- پسماندهای پزشکی (بیمارستانی)

۳- پسماندهای صنعتی

۴- پسماندهای کشاورزی

۵- پسماندهای ویژه

۱: پسماندهای عادی: به کلیه پسماندهایی گفته میشود که بصورت معمول از فعالیتهای روزمره انسانها در سطح شهرها، روستاها و خارج از آنها تولید میشود

۲: پسماندهای پزشکی (بیمارستانی): به کلیه پسماندهای عفونی و زیان آور ناشی از بیمارستانها، مراکز بهداشتی درمانی، آزمایشگاه های تشخیص طبی و سایر مراکز مشابه گفته می شود. سایر پسماندهای بیمارستانی از شمول این تعریف خارج است

۳: پسماندهای صنعتی: به کلیه پسماندهای ناشی از فعالیتهای صنعتی، معدنی پسماندهای پالایشگاهی صنایع گاز، نفت و پتروشیمی و نیروگاهی و امثال آن گفته می شود، از قبیل: براده ها، سرریزها و لجن های صنعتی

۴: پسماندهای کشاورزی: به پسماندهای ناشی از فعالیتهای تولیدی در بخش کشاورزی گفته می شود از قبیل: فضولات، لاشه حیوانات (دام، طیور و آبزیان) محصولات کشاورزی فاسد و یا غیرقابل مصرف.

۵: پسماندهای ویژه: به کلیه پسماندهایی گفته می شود که به دلیل بالا بودن حداقل یکی از خواص خطرناک از قبیل: سمیت، قابلیت انفجار، اشتعال، خوردگی و مشابه آن به مراقبت ویژه نیاز داشته باشد و آن دسته از پسماندهای پزشکی و نیز بخشی از پسماندهای عادی، صنعتی، کشاورزی که نیاز به مدیریت خاص دارند جزء پسماندهای ویژه محسوب می شوند

بازیافت:

عبارت است از استفاده مجدد مواد مصرف شده به عنوان مواد اولیه برای تولید و ساخت همان کالا یا کالای قابل استفاده دیگر. بازیافت از جنبه های مختلف دارای اهمیت و منفعت زیادی برای جامعه بشری میباشد که اعم از استفاده مواد مصرف شده به جای مواد اولیه برای ساخت کالاهای جدید قابل مصرف و در پی آن برداشت کمتر از منابع و کاهش پسماند است. و از دیگر سو به لحاظ اقتصادی، صرفه جویی در هزینه ها را به دنبال خواهد داشت. به همین علت است که زباله را طلای کثیف مینامند. مدیریت درست و دقیق پسماندها، برای جوامع امتیاز بزرگی محسوب میگردد و عدم مدیریت و کنترل پسماندها پیامدهای ویرانگر و جبران ناپذیری را با خود به همراه دارد که گاه با به خطر افتادن جان افراد جامعه همراه است. لذا بازیافت به عنوان یکی از راههای کاهش پسماند و در پی آن منفعت زایی اقتصادی برای دولتها باید در رأس امور کشورها قرار گرفته و مورد توجه جدی قرار داده شود.

پسماندهای الکترونیکی:

تعریف پسماندهای الکترونیکی : به پسماندهای ویژه ای گفته می شود که غالب قطعات اصلی آنها شامل؛ خازن ، ترانزیستور، آی سی ، مدارات الکترونیکی ، قطعات کاتدی و آندی و از این قبیل می باشند.

انواع تجهیزات و وسایل مولد پسماند الکترونیکی:

صوتی و تصویری :

حاوی مقادیری پلاستیک ، سرب ، مس ، آلومینیوم ، آهن و فلزات سنگین (کادمیوم ، جیوه ، آرسنیک) می باشد. تلویزیون و تجهیزات ضمیمه آن ؛ یکی از منابع سرب تا میزان ۸ پوند به ازای هر تلویزیون ۲۷ اینچ در شیشه آن می باشد . رادیو ؛ از سال ۱۹۵۷ با ساخته شدن رادیوهای ژاپنی تی آر ۶۳ که وارد بازار آمریکا شدند با بدنه پلاستیکی بسیار شکننده اولین بار بود که مسئله پسماندهای الکترونیکی مطرح شد.

دستگاه تلفن همراه و ثابت و تجهیزات مخابراتی :

این مواد حاوی پلاستیک ، سرب ، پلاتین ، نقره ، مس و آلومینیوم می باشند و همچنین مقادیر کمی طلا دارند در ضمن از هر تن سنگ معدن ۲۰-۳۰ گرم طلا استخراج می شود در صورتی که از هر تن پسماند موبایل می توان ۱۵۰-۳۰۰ گرم طلا بدست آورد.

رایانه و قطعات جانبی آن :

از سال ۱۳۷۰ با جایگزینی ویندوز بجای داس و عامل ارتباط مردمی اینترنت استفاده از رایانه بطور جدی مورد توجه قرار گرفت و تعداد کاربران رایانه در ایران به ۱۰ هزار نفر رسید ، تعداد این کاربران در سال ۱۳۸۲ حدود ۵,۱ میلیون نفر بود که پیش بینی می شود تا سال ۱۴۰۴ به حدود

۹۵ میلیون نفر برسد که در آن صورت ما بامعزلی به نام پسماندهای رایانه ای مواجه هستیم . در ضمن ۸۵٪ تولید کنندگان این نوع پسماندها ارگانها و سازمانهای دولتی هستند که بجای پیدا کردن راهکاری برای این مشکل دست به انبار کردن آنها زده اند . عمر مفید یک رایانه در کشورهای اروپایی و آمریکایی ۳ سال و در کشورهای در حال توسعه مانند ایران ۵ سال تخمین زده شده است که به ازای هرنفر باید حدود ۴ کیلوگرم پسماند الکترونیکی بازیافت شود تا با خطرات زیست محیطی مواجه نشویم.

قانون مدیریت پسماند:

برخی از قوانین و مقررات مربوط به پسماندهای صنعتی که در قانون مدیریت پسماند آمده است به شرح زیر می باشند

ماده ۱: جهت تحقق اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران و به منظور حفظ محیط زیست کشور از آثار زیانبار پسماندها و مدیریت بهینه آنها ، کلیه وزارتخانه ها و سازمان ها و مؤسسات و نهادهای دولتی و نهادهای عمومی غیر دولتی که شمول قانون بر آنها مستلزم ذکر نام می باشد و کلیه شرکت ها و مؤسسات و اشخاص حقیقی و حقوقی موظفند مقررات و سیاست های مقرر در این قانون را رعایت نمایند

ماده ۲: مدیریت اجرایی پسماند : شخصیت حقیقی یا حقوقی است که مسئول برنامه ریزی ، ساماندهی ، مراقبت و عملیات اجرایی مربوط به تولید ، جمع آوری ، ذخیره سازی ، جداسازی ، حمل و نقل ، بازیافت ، پردازش و دفع پسماند ها و همچنین آموزش و اطلاع رسانی در این زمینه می باشد

۱: دفع : کلیه روش های از بین بردن یا کاهش خطرات ناشی از پسماندها از قبیل بازیافت ، دفن بهداشتی و زباله سوزی.

۲: پردازش : کلیه فرایندهای مکانیکی ، شیمیایی ، بیولوژیکی که منجر به تسهیل در عملیات دفع گردد.

تبصره ۱ - پسماندهای پزشکی و نیز بخشی از پسماندهای عادی، صنعتی و کشاورزی که نیاز به مدیریت خاص دارند، جزو پسماندهای ویژه محسوب می شوند.

ماده ۷: مدیریت اجرایی کلیه پسماندها غیر از صنعتی و ویژه در شهرها و روستاها و حریم آنها به عهده شهرداری ها و دهیاری ها و در خارج از حوزه و وظایف شهرداری ها و دهیاری ها به عهده بخشرداری ها می باشد. مدیریت اجرایی پسماندهای صنعتی و ویژه به عهده تولید کننده خواهد بود. در صورت تبدیل آن به پسماند عادی به عهده شهرداری ها، دهیاری ها و بخشرداری ها خواهد بود.

طبق ماده ۶۶ فصل پنجم قانون پنجم برنامه ی توسعه، کلیه دستگاههای اجرایی و مؤسسات و نهادهای عمومی غیر دولتی موظف اند، جهت کاهش اعتبارات هزینه های دولت، اعمال سیاستهای مصرف بهینه منابع پایه و محیط زیست، برای اجرای برنامه مدیریت سبز شامل: مدیریت مصرف انرژی، آب، مواد اولیه و تجهیزات شامل کاغذ، کاهش مواد زائد جامد و بازیافت آنها (در ساختمانها و وسایط نقلیه)، طبق آیین نامه ای که توسط سازمان حفاظت محیط زیست و سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور با همکاری دستگاههای ذیربط تهیه و به تصویب هیئت وزیران خواهد رسید، اقدام نمایند. طبق آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها تعریف بازیافت به شرح زیر می باشد: فرایند تبدیل پسماند به مواد یا انرژی قابل استفاده مجدد.

قوانین و مقررات مربوط به پسماند الکترونیک:

در حال حاضر براساس قوانین جهانی زباله های الکترونیکی، بازیافت این نوع زباله ها به میزان ۴ کیلوگرم به ازای هر نفر الزامی است. به موجب این قانون تولیدکنندگان موظف هستند بودجه طرح های بازیافت این نوع زباله ها را تامین کنند و خرده فروشان خدمات بازپس گیری را در اختیار مشتریان قرار دهند. طبق برآوردهای انجام شده از زمان ورود تجهیزات الکترونیکی به ویژه رایانه و تلفن همراه به ایران، با توجه به عمر مفید این تجهیزات که حدود ۵ سال تعیین شده است، در حال حاضر بالغ بر ۴ میلیون رایانه از رده خارج در کشور وجود دارد که در شرایط فعلی

متأسفانه هیچ راهکار درستی برای دفع و یا بازیافت زباله های الکترونیکی نداریم به طوری که هم اکنون این زباله های خطرناک به همراه زباله های معمولی دفع می شود که این موضوع به طور قطع خطراتی را برای محیط زیست و جامعه به همراه خواهد داشت. پیش نویس طرح بازیافت زباله های الکترونیک در دی ماه سال ۱۳۸۷ توسط سازمان حفاظت محیط زیست با همکاری دفتر الکترونیک وزارت صنایع تهیه شده است.

آلودگی زیست محیطی:

آلودگی محیط زیست از منابع گوناگون صورت میگیرد. با پیشرفت تمدن بشری و توسعه فناوری و ازدیاد روز افزون جمعیت ، در حال حاضر دنیا با مشکلی به نام آلودگی در هوا و زمین روبرو شده است که زندگی ساکنان کره زمین را تهدید میکند. بطوری که در هر کشور حفاظت از محیط زیست مورد توجه جدی دولتمردان است .امروزه وضعیت زیست محیطی به گونه ای شده است که مردم یک شهر یا حتی یک کشور از آثار آلودگی در شهر یا کشور دیگر در امان نیستند .مواد آلوده کننده یا آلاینده ها به دو دسته ی عمده تقسیم میشوند: مواد تجزیه پذیر و مواد غیرقابل تجزیه .آلوده کننده های تجزیه پذیر، موادی هستند که با فرایندهای طبیعی به سرعت تجزیه و متلاشی میشوند، مانند فاضلابها. این نوع از آلاینده ها زمانی مشکل ساز هستند که بیش از سرعتی که در طبیعت تجزیه میگردند، به محیط طبیعی اضافه شوند .مواد آلوده کننده ی غیر قابل تجزیه و یا تجزیه ناپذیر، موادی هستند که یا تجزیه نمیشوند و یا سرعت متلاشی شدن آنها بسیار کند و آهسته صورت میپذیرد. آلودگی یکباره اتفاق میافتد، جابجایی آلاینده ها در محیط سخت و غیر ممکن است.

عوارض عمده آلودگی های زیست محیطی:

- بارانهای اسیدی
- اثر گلخانه ای
- گرم شدن زمین
- تخریب لایه ازن
- فراوانی ضایعات (پسماندها)
- جنگل زدایی
- کاهش تنوع زیست محیطی

باید توجه داشت که هریک از این عوارض صدمات غیرقابل جبران و خطرناکی را با خود به همراه دارند که می بایست نسبت به آنها آگاهیهای لازم را کسب و در جهت کاهش آلودگیهای زیست محیطی حرکت نمود و در نهایت حیات بشر را در برابر آسیبهایی آتی که این عوارض بر جای میگذارند، حفظ نمود.

اثرات مخرب پسماندهای الکترونیک:

آلودگی محیط زیست از منابع گوناگون صورت میگیرد. با پیشرفت تمدن بشری و توسعه فناوری و ازدیاد روز افزون جمعیت ، در حال حاضر دنیا با مشکلی به نام آلودگی در هوا و زمین روبرو شده است که زندگی ساکنان کره زمین را تهدید میکند. بطوری که در هر کشور حفاظت محیط زیست مورد توجه جدی دولتمردان است .امروزه وضعیت زیست محیطی به گونه ای شده است که مردم یک شهر یا حتی یک کشور از آثار آلودگی در شهر یا کشور دیگر در امان نیستند.زباله های الکترونیک نیز بخشی از زباله های آلوده کننده محیط زیست هستند .زباله های الکترونیک ظرفیت آلودگی بسیار بالایی دارند چرا که فلزات سنگینی مانند جیوه، کادمیوم، سرب، نیکل،

آرسنیک و... در آن ها به کار رفته است که با دفع غیرعلمی زباله های الکترونیک، این فلزات سنگین و خطرناک وارد خاک های سطحی و آب های زیرزمینی می شود و به تبع آن زمینه بروز بسیاری از نارسایی ها و بیماری ها و آلودگی های زیست محیطی را ایجاد می کند.

با توجه به اینکه بسیاری از قطعات دستگاههای رایانه ای "الکترومگنتیک" هستند اگر به صورت درست و کارشناسانه دفع نشوند با تشعشعاتی که از خود بروز می دهند سلامتی انسانها را با خطر جدی روبرو خواهند کرد. در قطعات "الکترومگنتیک" امواج به صورت عمود بر هم منتشر می شود که برای انسانها بسیار خطرناک است. درست مانند کاری که دستگاههای مایکروویو انجام می دهند و مواد غذایی را از درون می پزند این تشعشعات نیز می توانند تاثیرات خطرناک و مخرب ژنتیکی بر بدن انسانها گذاشته و علاوه بر آسیب رساندن به اندامهای داخلی بدن موجب متولد شدن کودکان ناقص الخلقه نیز شوند. و به همین دلیل نیز بهترین راهکار برای مقابله با این معضل بازیافت این زباله است. رایانه رومیزی دارای ۳۲ درصد پلاستیک، نزدیک به ۷ درصد سرب، ۴۱ درصد آلومینیوم، مقادیری طلا، نقره و آهن و نیز مقادیری فلزات سنگین و خطرناک مانند کادمیوم، جیوه و آرسنیک است. بنابراین می توان به طور دقیق محاسبه کرد که ۴ میلیون رایانه از دور خارج شده، حاوی چه حجم عظیمی از عناصر خطرناک و البته در کنار آن عناصری ارزشمند مانند طلا و نقره است که بازیافت اصولی این سیستم ها می تواند علاوه بر صرفه اقتصادی، جلوی خطرات زیست محیطی را نیز بگیرد. بنابراین دفن یا سوزاندن این زباله ها سبب ورود عناصر سنگین و گازهای سمی به محیط زیست و آب های زیرزمینی می شود. بیشترین آلودگی زیست محیطی ناشی از مدیریت نادرست پسماندهای الکترونیکی مربوط به نفوذ نوع فلزات سنگین به خاک و آبهای سطحی و زیرزمینی و در صورت سوزانده شدن ایجاد دی اکسید ها، فوران ها، آزاد سازی جیوه در هوا و .. می باشد. همه فلزات تا حدی در آب قابل حل می باشند و به همین دلیل به راحتی می توانند وارد چرخه محیط زیست شوند.

فلزات موجود در پسماندهای الکترونیکی به دو دسته تقسیم می شوند:

فلزات غیرسمی:

فلزاتی هستند که معمولاً در آب یافت می شوند و ورود آنها از این نوع پسماندها به آب نظیر ؛ مس، آلومینیوم ، آهن ، روی و ... در غلظت های بالا می تواند ایجاد رنگ ، طعم ، بو و ... در آب نماید و نیز مشکلات روده ای و بیماریهای دیگر را بوجود آورد.

فلزات سمی یا سنگین:

بیشترین معطل ایجاد شده ، از نشت این نوع فلزات به خاک ، آبهای سطحی و آبهای زیرزمینی و ورود آنها به جو می باشد . فلزات سنگین مخاطرات بهداشتی مختلفی را به همراه دارند که بعضی از آنها عبارتند از:

۱: موجب انتقال آنها از طریق آب و زنجیره غذایی به بدن انسان و حیوانات می شوند.

۲: امکان تراکم و تجمع این فلزات در بدن انسان در دراز مدت وجود دارد . ایجاد حساسیت زیاد برخی از فلزات سنگین در کودکان

۳: بعضی از فلزات سنگین برای ارگانیزم ها نقش سرطانزایی و نقص نوزادی دارند

۴: موجب سمیت گیاهان از طریق آلودگی خاک می شوند

۵: تاثیر بر روی غشاء سلولی دارند

۶: کار آنزیم تنظیم کننده فعالیت های متابولیکی بدن را مختل می کنند

۷: موجب پیدایش تومور و کاهش طول عمر می شوند

۸: از طریق تنفسی می تواند باعث ایجاد بیماریهای مختلف شوند.

مواردی از فلزات سنگین که در اثر مدیریت نادرست این نوع پسماندها به محیط زیست وارد می شوند و اثرات زیست محیطی مخربی را ایجاد می کنند :

سرب:

سرب یکی از فلزات سنگین قابل تجمع در بدن است که دارای بار سمیت می باشد که می تواند به راحتی توسط نشت روانابها به محل دفن در آنها حل شده ، به خاک نفوذ نماید و در نهایت موجب آلودگی آبهای زیرزمینی شود بطور مثال سرب موجود در لامپ اشعه کاتدی مانیتورهای CRT و لحیم کاریهای وسایل الکتریکی و الکترونیکی پس از نفوذ به آبهای زیرزمینی که تامین کننده منابع آبی بسیاری از شهرها است می تواند باعث ایجاد عوارض سرب در بدن شود از جمله : اثر بر روی سیستم اعصاب مرکزی ، سیستم گردش خون ، دستگاه تناسلی و در اثر جایگزینی کلسیم استخوان ، مشکلات استخوانی بوجود آورد . در ضمن اگر کارفرمایان و کارگران مشغول به کار بازیابی پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی موارد ایمنی محیطی و فردی را رعایت ننمایند ممکن است در غلظت های ۴۰ میکروگرم در ، صد گرم خون آنان ایجاد علائم مسمومیت نموده و در دراز مدت با دوز کم باعث افت شنوایی شود.

کادمیوم:

کادمیوم یک فلز سنگین است با پتانسیل سمیت ، بیماریزایی و سرطانزایی ، این فلز می تواند در بدن جایگزین روی شده و باعث اختلال در کار آنزیمها بشود و همچنین ایجاد فشارخون نماید و توانایی ذخیره شدن در بافت کلیه و تخریب گلبولهای قرمز از دیگر اثرات آن است . بطور کلی عنصر کادمیوم از طریق بلعیدن و استنشاق وارد بدن می شود . بعنوان مثال در اکثر تراشه های رایانه ای و باتریهای نیکل - کادمیوم ، این عنصر موجود بوده که از طریق نشت اینگونه پسماندها به آبهای زیرزمینی و یا از طریق استنشاق آن توسط کارگران بازیاب وارد چرخه زیست محیطی می

شود و عوارض ذکر شده را ایجاد می کند. لازم به ذکر است که گیاهان نیز توانایی جذب بالای این عنصر را دارند همانگونه که در شهر توپامای ژاپن بر اثر آبیاری مزارع برنج توسط آبهای آلوده به کادمیوم گروه زیادی از مردم دچار بیماری استخوانی و دردناک ایتای - ایتای شدند که در نهایت منجر به پوکی و شکستگی ناگهانی استخوانها بویژه لگن خالصه شده و در نهایت منجر به مرگ بیمار می شود(در اثر آمبولی ریه)

کروم شش ظرفیتی:

کروم ۶ ظرفیتی با میل ترکیبی بالا می تواند با عناصر دیگر ایجاد نمکهای مختلفی بنماید که موجبات مسمومیت را بوجود آورد. بطور مثال مقداری کروم ۶ ظرفیتی در رایانه های CRT بکار رفته که در صورت نشت به آبهای زیرزمینی می تواند در مدیریت اینگونه پسماندها مشکل زا باشد در ضمن کروم یک عنصر آلرژی زای قوی است که در اثر استنشاق می تواند ایجاد مشکلات ریوی نماید(بخصوص در کارگران بازیابی)

جیوه:

جیوه عنصری است با پتانسیل سمیت فراوان که نوع ترکیبات آلی آن بصورت محلول در آب ، بسیار سمی تر از ترکیبات معدنی آن می باشد بطوری که حتی باکتری ها نیز از آن در امان نیستند. همانگونه که در واقعه میناماتای ژاپن رخ داد ؛ در آبهای آلوده به جیوه ، میکروارگانیسمها آن را به متیل مرکوری که خاصیت تجمعی در بدن آبزیان را دارد تبدیل کردند و مردم در اثر استفاده از آنها به مسمومیت شدید دچار شده و عوارضی چون ؛ اختلالات عصبی شدید ، آسیبهای مغزی ، نقص نوزادی و حتی مرگ دیده شد . بطور کلی راههای انتقال جیوه به بدن از طریق تنفس هوای آلوده ، پوست بدن (کارگران بازیاب) ، خوردن غذای آلوده (ماهی و صدف)و آشامیدن آب آلوده به این عنصر می باشد که در نتیجه مسمومیتهای حادی را ایجاد می نماید .در مورد پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی که جیوه در بسیاری از قسمتهای آنها از جمله ؛ حسگرها

، سویچ ها، لامپهای تخلیه و فلورسنت و باتری ها بکار رفته است در صورت مدیریت نادرست می تواند به آبهای زیرزمینی نفوذ کرده و سبب مسمومیت های حادی شود که عوارض جبران ناپذیری دارند. در ضمن از شواهد بالینی بروز مسمومیت با جیوه (کارگران بازیاب) احساس طعم فلز در دهان ، دردهای قفسه سینه و مشکلات تنفسی است.

آسکارول:

مورد استفاده این ماده در روغن ترانسفورماسیونها است که در زمان تعویض موارد ایمنی خاصی را می طلبد و باید آنرا بصورت کاملا ایمن بسته بندی نموده و انبار کرد تا بصورت یکباره مواد حاصله در ترانسه های فنی مهندسی و بهداشتی باعایق های پلیمری دفن نمود زیرا سمیت این ماده تا اندازه ای است که چند قطره از آن می تواند آب شرب منطقه ای را غیرقابل مصرف نماید.

آرسنیک:

آرسنیک یک عنصرسمی می باشد و می تواند در کارگرانی که با آن در تماس هستند ایجاد سرطان های پوست ، لنف و ریه نماید بدیهی است که در صورت نشت از محل دفن پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی می تواند پتانسیل مسمومیت (بی اشتهایی ، اسهال ، ناراحتی عصبی ، اختلال تولید ATP در سلول) و سرطانزایی داشته باشد.

ضد اشتعال های برم دار:

ضد اشتعال های برم دار موجود در رایانه ها خطر ابتلا به سرطانهای دستگاه گوارش و لنف را بشدت افزایش می دهد. ضد اشتعال ها بسیار حلال اند و توانایی حلالیت آنها در شیرابه زباله ۲۰۰ برابر بیشتر از حلالیت آنها در آب مقطر است ، که باعث توزیع گسترده آن در طبیعت و آلودگی منابع آبهای زیرزمینی شده و در نهایت این ترکیبات را به زنجیره غذایی می رساند.

انواع پلاستیک ها و پلیمرها:

پلاستیکها بعنوان یک ماده تجزیه ناپذیر در طبیعت شناخته شده اند ، که در ساخت وسایل الکتریکی و الکترونیکی کاربرد فراوانی دارند.امروزه سعی می شود به جای (PVC پلی وینیل کلراید) از پلیمرهای تجدید پذیرتر در طبیعت استفاده شود باید توجه داشت که تنها راه مدیریت درست این نوع پسماند بازیافت آن است زیرا در اثر دفن دارای تجدید پذیری بسیار طولانی و در اثر سوزاندن نیز تولید هیدروکربورهای هالوژنه مثل (دی اکسینها و فورانها) می کنند.

هیدروکربورهای هالوژنه (دی اکسین ها و فوران ها):

هیدروکربورهای هالوژنه یک گروه از ترکیبات هستند که تقریبا هیچ یک به طور طبیعی در محیط یافت نمی شوند همان طوری که از اسم آنها پیداست ، ترکیب شیمیایی آنها حاوی کربن، هیدروژن ،بعضی اوقات اکسیژن و یک هالوژن ، معمولا کلر یا برم یا هر دو و گاهی اوقات فلوئور می باشد. ساختمان هیدروکربورهای هالوژنه از ساده تا پیچیده متغیر است .از بین این مواد ۸،۷،۳،۲ تترا کلرو پارا بنزو دی اکسین (TCDD، ۷،۳،۲) به عنوان سمی ترین ماده شناخته شده است .این مواد در هنگام سوزاندن پسماندها ، ذوب مس ، کوره سیمان و مراکز تولید نیرو(که از ذغال سنگ استفاده می کنند) متصاعد شده و می تواند از طریق تنفس هوای آلوده به آن ، خوردن غذا و آب آلوده وارد بدن انسان گردد و حتی خاصیت تجمعی در بافتهای چربی را نیز دارند و از طریق خوردن گوشت دام و ماهی و همچنین محصولات لبنی وارد بدن انسان می شوند، که می توانند پتانسیل سمیت و سرطانزایی را ایجاد نمایند . بطور کلی دی اکسین ها و فوران ها در هوا ، خاک و غذا یافت شده و می توانند باعث اثرات منفی زیادی گردند .در ضمن این مواد می توانند ایجاد مشکلات پوستی و بهداشتی از قبیل کلراکنه و جوشهای پوستی نمایند .

هیدروکربورهای هالوژنه ترکیبات بی نهایت باثبات و سمی هستند که هنوز به بسیاری از سوالات درباره آنها جواب داده نشده است.

اجزا و عناصر موجود در پسماندهای الکترونیک:

بیش از ۳۸ عنصر شیمیایی مجزا در پسماندهای الکترونیک شناخته شده اند. یک کامپیوتر نو ممکن است شامل بیش از ۶ درصد وزنی سرب باشد.

مواد در حجم زیاد: رزینهای اپوکسی، فایبرگلاس، PCB و PVC و پلاستیکها

عناصر در حجم زیاد: سرب، قلع، مس، سیلیکون، بریلیوم، کربن، آهن و آلومینیوم

عناصر در حجم و مقدار کم: کادمیوم، جیوه و تالیوم

عناصر در مقادیر ناچیز: آنتیموان، آرسنیک، باریوم، بیسموت، بود، کبالت، گالیم، ژرمانیوم، طلا، ایندیوم، لیتیوم، منگنز، نیکل، پالادیوم، پلاتین، رودیوم، سلنیوم، نقره و انادیوم

رایانه های ابتدایی که همان "سی آر تی" هستند نسبت به رایانه های فعلی از بار آلودگی زیست محیطی بیشتری برخوردارند و علت این امر بدلیل وجود ؛ کروم ۶ ظرفیتی ، اکسید سرب و باریوم موجود در لامپ اشعه کاندی ولحیم کاری مدارهای رایانه ای ، کادمیوم موجود در تراشه های آن ، جیوه موجود در حسگرها و سویچ ها ، باتری ها و لامپ تخلیه و "پی وی سی" موجود در تجهیزات رایانه ای و ضد اشتعالهای برم دار می باشد .به همین دلیل از سال ۲۰۰۴ میلادی بر اساس تصویب طرح اتحادیه اروپا هیچ شرکتی مجاز به استفاده از جیوه ، کادمیوم ، کروم ۶ ظرفیتی و ضد اشتعالهای برم دار در تجهیزات الکترونیکی نیست و بطور مثال کادمیوم بکار رفته در نسلهای قبلی رایانه ها در حال حاضر در نسل جدید استفاده نمی شود و عناصر ایمن تری جایگزین آنها شده اند در ضمن بجای "پی وی سی" از جایگزین های تجزیه پذیر و قابل بازیافت مثل پلی اتیلن ها با چگالی کم که خطرات زیست محیطی کمتری ایجاد می کنند استفاده می شود . رایانه های فعلی (تولید از سال ۲۰۰۴ به بعد) به میزان قابل توجهی پلی اتیلن ، پلی وینیل کلراید (کابلها) و پلیمرهای دیگر ، مس ، نیکل ، سرب و مقدار بسیار اندک جیوه (صفحات مانیتورها ی صفحه تخت) دارند .مانیتورو لپ تاپ ؛ دارای ۲۳

٪ پلاستیک و پلیمر و ۵/۶٪ سرب موجود در لحیم کاری ها ، فسفر و باریوم می باشند که مقدار این مواد در مانیتورهای "سی آر تی" بیشتر است.

"سی پی یو" (ریزپردازنده) و سرورها؛ حاوی جیوه ، کادمیوم و مس هستند. " کی بورد" ؛ دارای پلاستیک ، مس و... می باشد. " هارد درایو" ؛ مقادیر زیادی آلومینیوم دارد. " کارتریج" ؛ دارای مقادیر زیادی فلزات الکترو مگنتیک و پلاستیک می باشد "سی دی" " دی وی دی" ؛ دارای مقادیری سیلیس ، پلاستیک و انواع فلزات قابل بازیافت می باشد. " کیس" ؛ میزان ۱۴٪ آلومینیوم ، ۲۰٪ آهن ، ۰۰۱۶٫۰ طلای (مدارات و منابع تغذیه) ، ۰۱۸۹٫۰ نقره و پلاتین و فلزات سنگین از جمله، آرسنیک ، سرب، برلیوم ، باریوم ، مس ، نیکل و روی (کادمیوم ، کروم ، ۲٫۰٪ جیوه در "سی آر تی" ها) دارد. "مموری کارت" ، "فلش" ، "فلاپی" ، "سی دی رام" ؛ دارای فلزات قابل بازیافت می باشند. دستگاههای کپی و اسکن ؛ دارای مقادیر قابل توجهی پلاستیک و لاستیک و فلزات گوناگون از قبیل آهن و مس و همچنین سیلیس می باشد.

روشهای دفع و بازیافت آلودگی های الکترونیکی و خطرات ناشی از آنها:

سوزاندن مواد زاید الکترونیکی

سوزاندن مواد زاید جامد شهری فرایندی مهار شده است که در آن مواد زاید جامد سوخته و به خاکستر مبدل شده و باقیمانده به گازهای بیخطر و یا کم خطر تبدیل میگردند. در این روش حجم زباله ها تا ۹۰ درصد کاهش پیدا میکند. این روش در شهرهایی که با مشکل کمبود زمین مواجه هستند، کاربرد دارد. علاوه بر کاهش حجم، از این دستگاه نیز میتوان برای کاهش و یا رفع ویژگی سمی مواد استفاده نمود.

در جریان از بین بردن زباله های الکترونیکی مقدار قابل ملاحظه ای از مواد در محیط بیرون از شهر و در امتداد انباشته میشود. دود حاصل از اشتعال آنها منطقه وسیعی را آلوده میکند. از آنجایی که تنوع مواد یافت شده در زباله های الکترونیکی زیاد است، لذا سوزاندن آنها کار

خطرناکی است، به عنوان مثال زمانی که ضد اشتعالها سوزانده میشوند، مس به عنوان کاتالیزور برای ایجاد دی اکسین عمل می کند همچنین سوزاندن ضد اشتعال برمدار در دمای پایین ۸۰۰ تا ۶۰۰ درجه سانتیگراد میتواند منجر به تولید دی اکسینهای بسیار سمی شود. براساس یک گزارش در آمریکا، کانادا و نیز از جمله بزرگترین منابع انتشار فلزات سنگین در اتمسفر است. با توجه به اینکه زباله سوزی یکی از مهمترین روشهای دفع پسماندهاست در دهه های گذشته انتشار در اکسینها و فورانها یکی از معایب اصلی این روش عنوان شده است. لذا سوزاندن زباله های کامپیوتری با توجه به تنوع مواد و عناصری که در آن وجود دارد، باعث میشود آلاینده های متنوع که اغلب سمی هستند در هوا منتشر شوند که هم باعث اثرات مخرب روی محیط زیست و سلامت موجودات زنده میشوند و هم اینکه کنترل و رفع این آلودگیها نیز به صرف هزینه زیاد دارد. بنابراین سوزاندن آلودگی الکترونیکی به هیچ عنوان توصیه نمیشود.

دفن بهداشتی آلودگیهای الکترونیکی:

دفن بهداشتی عبارتند از کندن زمین و دفن مواد در آن به نحوی که مواد کاملاً از محیط جدا شده و امکان آلودگی آب، خاک و هوا در حال و آینده به صفر برسد. برای انجام چنین دفع بهداشتی باید در مرحله اول زمین محل دفن از نظر آبهای زیرزمینی و جنس خاک دارای شرایط ویژه ای باشد. در چنین زمینی با رعایت اصول آماده سازی و مسائل فنی میتوان به ایجاد یک محل دفن بهداشتی امیدوار بود. بنابراین، اولین قدم در راه ایجاد یک دفع بهداشتی مکانیابی است. انتخاب یک مکان مناسب، از بسیاری از مشکلات فنی و زیست محیطی که ممکن است در آینده به وجود بیاید جلوگیری خواهد کرد.

نفوذ ناپذیر بودن محل دفن، شرط اصلی دفن زباله های رایانه ای است. تقریباً چنین مکانی اصلاً وجود ندارد به عبارتی دیگر، در طولانی مدت، تمام محلهای دفن زباله، حتی آنهایی که بهترین طراحی و ساخت را دارند، نفوذ ناپذیری خود را از دست میدهند. مطالعات نشان داده است که در محلهای دفن نمایشگرها هر عدد لامپ اشعه کاتدی که در محل دفن وجود دارد

۸-۱۰ E6/1 تا E 6/1 ۳-کیلوگرم سرب وارد شیرابه محل دفن میکند. در مکانهای دفن نه تنها امکان نفوذ شیرابه، فلزات سنگین و عناصر موجود در آنها به محیط مرتفع وجود دارد، بلکه احتمال آتش سوزی نیز در این مکان ها وجود دارد. دفن زباله های رایانه‌ای و نفوذ شیرابه به آن موجب آلوده شدن آبهای زیرزمینی و خاک میشود. از این رو تا آنجا که امکان پذیر است باید از دفن زباله های رایانه ای بدون انجام پردازش و بازیافت اجتناب کرد. در صورت دفن این زباله ها نباید آنها را در محل دفن زباله های شهری مدفون کرد و باید محلهای مناسب دیگری را برای این کار در نظر گرفت.

بازیافت مواد زاید الکترونیکی:

امروزه بازیابی و بازیافت از راهکارهای اصلی در برخورد با انواع زباله هاست. از این رو، بازیابی زباله های الکترونیکی به طور جدی مطرح و در بسیاری از کشورهای صنعتی و حتی برخی کشورهای جهان سوم، نظیر هند عملی شده است. یکی از فناوریهای جدید که به عنوان روشی مناسب در بازیافت زباله های الکترونیکی مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از روش تجزیه بیولوژیکی است. در این روش از میکرو ارگانیسمها برای بازیافت فلزات سنگین استفاده میشود که در مقایسه با روشهای دیگر هزینه کمتری دارد و آلودگیهای شیمیایی حاصل از بازیافت الکترونیکی را به میزان قابل توجهی کاهش میدهد. بسیاری از محققان ژاپنی استفاده از موادی که از قابلیت تجزیه زیستی برخوردارند را در ساخت تراشه های الکترونیکی که در ابعاد بزرگ طراحی میشوند، بررسی کرده اند. این مواد که بر پایه ترکیبات گیاهی تولید میشوند از موادی مانند اسید پلی لاکتیک مشتق میشوند که از ذرت به دست آمده و از نظر زیستی براحتی قابل تجزیه است. علاوه بر این، سوختن چنین موادی سبب تولید گازهای سمی نخواهد شد. این گروه از محققان امیدوارند با استفاده از موادی که از قابلیت تجزیه زیستی برخوردارند، بتوانند تجهیزات الکترونیکی جدیدی را به بازار عرضه کنند که بسادگی در چرخه های طبیعی بازیافت شوند و فاقد پیامدهای نامطلوب ناشی از بازیافت زباله های الکترونیکی باشند. با توجه به آنچه گفته شد، میتوان به این نتیجه رسید که آن گروه از تجهیزات الکترونیکی که از

قابلیت بازیافت برخوردار باشند، به عنوان یک کالای مصرفی ارزشمند مطرح خواهند بود و در صورتی که غیر قابل بازیافت و استفاده مجدد باشند، به آنها زباله الکترونیکی گفته میشود؛ چرا که اجزای سازنده آنها سمی اند و از نظر زیستی قابل تجزیه نخواهند بود. در سالهای اخیر اقدامات بسیار زیادی در کشورهای مختلف در راستای کاهش حجم زباله های الکترونیکی و استفاده از شیوه های مناسب در تولید تجهیزات الکترونیکی انجام شده است، اما هنوز در بسیاری از کشورهای در حال توسعه مانند چین، کارگران ناچار برای امرار معاش با بیماریهای تنفسی ناشی از انتشار این آلاینده ها در محیط اطراف خود دست و پنجه نرم میکنند و از خطرات ناشی از تماس مستقیم با این زباله ها بی اطلاع هستند. دانشمندان ژاپنی ادعا میکنند که کاغذ روزنامه یکی از مهمترین اجزای فرآیندی است که طی آن طلا و سایر فلزات ارزشمند زباله های صنعتی، بازیافت میشوند. آنها ابتدا روزنامه های قدیمی را خرد کردند و از آن خمیری ساختند. سپس با اضافه کردن چند نوع ماده شیمیایی از جمله کلر و فرمالدئید، ژل کاغذ ساختند و با خشک کردن ژل، آن را به صورت پودر درآوردند. برای آزمایش، مقدار زیادی از زباله های صنعتی که شامل فلزات ارزشمندی مانند طلا، مس، آهن و روی بود را ذوب کردند. غظلت طلا در این مایع حدود ۲۵۰ در یک میلیون، غلظت پلاتین و پالادیم حدود ۱۱ تا ۱۶ در یک میلیون و سایر فلزات بین ۱۹۰ تا ۸۴۰ در یک میلیون بوده است. با افزودن ژل به این مایع، مشاهده شد که ژل توانایی جذب و تفکیک ۹۰ درصد طلا، پلاتین و پالادیم و مقادیر کمی از مس، روی و آهن را از سایر ترکیبات دارد.

این خصوصیات قابل توجه ژل کاغذ به خاطر وجود سلولز است. سلولز به طور ذاتی شکل منظم و خاصی ندارد به همین علت مواد شیمیایی به راحتی در قالب آن نفوذ میکنند و همین مسئله موجب قدرت جذب بالای آن میشود. هر چند هنوز مشخص نشده است که به چه علت ژل کاغذ فقط فلزات ارزشمند را جذب میکند. یک کیلوگرم ژل توانایی جذب ۹۰۶ گرم طلا را دارد البته فرآیند جذب فلزات ارزشمند توسط ژل بسیار طولانی (حداقل ۵ ساعت) است و همین مسأله نقطه ضعفی است که استفاده صنعتی و به طور انبوه آن را محدود می کند. محققان چینی به روش جدیدی برای بازیافت مواد مفید از بوردهای الکترونیکی رایانه ها، تلفنهای همراه و سایر تجهیزات الکترونیکی از رده خارج دست یافته اند که با استفاده از آن مواد سمی موجود در این

بوردها وارد محیط زیست نمیشود. بوردهای الکترونیکی معمولاً دارای یک صفحه تخت از مواد عایق نظیر «فایبرگلاس» و «رزین» تشکیل شده اند که مدارهای الکترونیکی و قطعات الکترونیکی از قبیل خازن، مقاومت و تراشه ها روی این صفحات نصب شده است. آمارها نشان میدهد که تعداد بوردهای الکترونیکی تولید شده در جهان سالانه ۹ درصد افزایش مییابد و تنها ۲ کشور چین و تایوان در مجموع سالانه ۹ درصد افزایش مییابد و همچنین تنها ۲ کشور چین و تایوان در مجموع سالانه 200 میلیون مترمربع از این بوردهای الکترونیکی از رده خارج شده رابازیافت میکنند و همین درصد کوچک نیز معمولاً در کوره های ذوب مس ریخته میشوند که این کوره ها گازهای سمی را در جو منتشر میکنند. بوردهای الکترونیکی که به مراکز بازیافت منتقل نمیشوند، معمولاً دور انداخته میشوند که این امر سبب نشت مواد سمی از قبیل فلزات سنگین و «دیوکسین»ها از آنها و انتشار این مواد در زمین، منابع زیرزمینی آب و نیز جو میشود. محققان دانشگاه «جیائوتانگ» در شانگهای به روش جدیدی برای بازیافت قطعات الکترونیکی دست یافته اند که شامل پودر کردن بوردهای الکترونیکی و سپس جدا کردن مواد فلزی از غیر فلزی با استفاده از یک میدان مغناطیسی با ولتاژ بالا است و در مرحله آخر، مواد فلزی با تقطیر شدن در محیط خلأ جدا میشوند و مواد ۲۵ غیرفلزی به صورت قالبهایی کوچک به دست میآیند. با خارج ساختن آلومینیوم و قلع به کار رفته در این صفحه ها، نوعی ماده به جا میماند که در گذشته بازیافت آن مشکل بود. با استفاده از این روش، قسمتهای غیرفلزی این صفحه ها، به صورت پودر در میآیند و بعد از افزودن نوعی «رزین» آن را تحت دمای بالا به صورت خمیر درآورده و در داخل قالب تزریق میکنند. نوعی از این مواد به اندازه بتون مسلح استحکام دارند و میتوانند جایگزین مناسبی برای چوب باشند و میتوان از آنها در ساخت مصالح ساختمانی یا مواد اولیه لوازم مکانهای عمومی استفاده کرد؛ به طوری که ممکن است در آینده نیمکت پارکی که روی آن مینشینید از ضایعات رایانه شخصیتان ساخته شده باشد. زمانی که صحبت از بازیابی کامپیوتر میشود، باید به این نکته توجه کنیم که بازیابی یک جسم با ترکیب واحد سر و کار نداریم بلکه بازیابی تجهیزاتی با عناصر و ترکیبات زیاد و متنوع مورد نظر است، لذا طبیعی است که بازیابی چنین تجهیزاتی، دامنه تأثیر و خطرات بسیار گسترده ای دارد. چون بازیابی زائدات الکترونیکی یک روش نسبتاً جدید میباشد در نتیجه بسیاری از اثرات و خطرات آن هنوز کاملاً

مشخص نشده است. امروزه مدارکی ارائه شده است که ثابت میکند، کارگرانی که در کارخانجات بازیابی کامپیوتر کار میکنند، غلظت‌های مواد شیمیایی خطرناک در خونشان بسیار بالا میباشد. یکی از مواردی که در بازیابی زباله های کامپیوتری موجب نگرانی میشود، بازیابی پلاستیکها میباشد که به علت وجود مواد هالوژندار در آنها است، به ویژه حاوی ضد اشتعالهای برم‌دار هستند. در حین بازیابی این مواد خطر ایجاد دی اکسینها و فورانها هم وجود دارد و به همین خاطر بسیاری از بازیابنده ها از بازیابی پلاستیک حاوی اشتعال خودداری میکنند. مشکلات زیست محیطی مربوط به بازیابی زباله های الکترونیکی فقط مربوط به مواد هالوژندار نمیشود علاوه بر این، به انتشار ذرات خطرناک دیگر مثل سرب و کادمیوم به هوا نیز از دیگر نتایج بازیابی این تجهیزات میباشد. البته انتشار این مواد در عملیات پیش تصفیه و جداسازی میتواند بطور قابل توجهی کاهش یابد.